T5-278

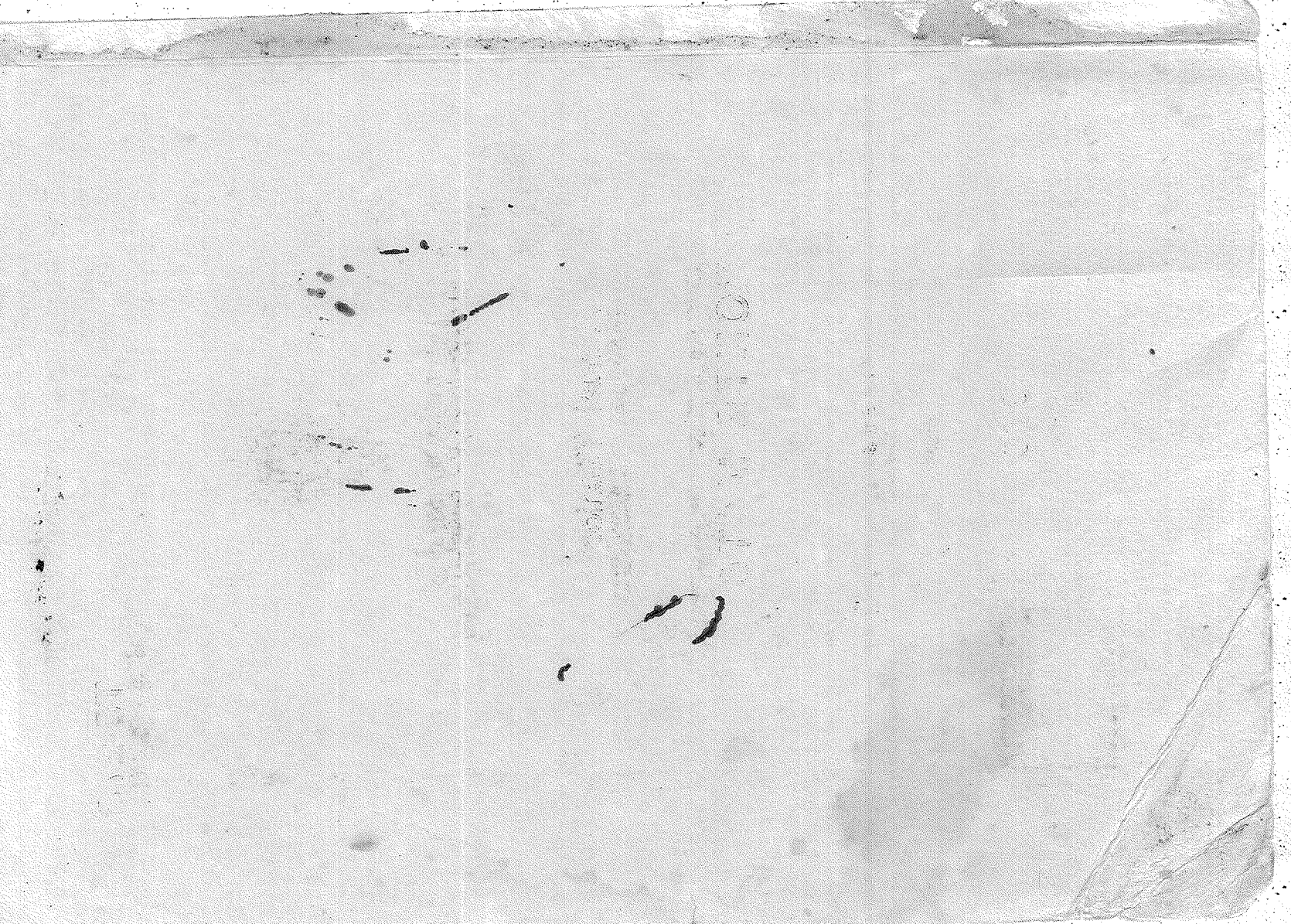
MINISTÉRIO DO EXÉRCITO
ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

Manual Técnico

PONTE M4T6

1.ª Edição

1975



5-3

T5-278

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO
ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

MANUAL TÉCNICO

PONTE M4T6

1.ª EDIÇÃO

- 1975 -

CARGA
Em

Preço

ÍNDICE DOS ASSUNTOS

	Prf.	Pág.
Capítulo 1 — Ponte M4T6		
Artigo I — Generalidades	1-1 a 1-4	9 a 49
Artigo II — Portadas	1-5 a 1-9	49 a 99
Artigo III — Pontes	1-10 a 1-14	99 a 166
Capítulo 2 — Sistema de Ancoragem		
Artigo I — Tipos	2-1 a 2-13	167 a 246
Capítulo 3 — Manutenção		
Artigo I — Manutenção da Ponte M4T6	3-1 a 3-4	247 a 256
Capítulo 4 — Transporte		
Artigo I — Generalidades	4-1	257 a 261
Capítulo 5 — Cálculo dos Componentes Estruturais do Sistema de Ancoragem		
Artigo I — Pontos de Ancoragem	5-1	262 a 287
Capítulo 6 — Material de Lançamento		
Artigo I — Discriminação dos Componentes de Conjunto de Montagem	6-1	288 a 298
Artigo II — Descrição de Componentes de Origem Diversa	6-2	298 a 306
Capítulo 7 — Tabelas do Transporte e Tabelas Gerais de Emprego		
Artigo I — Tabelas sobre Transporte	7-1	307 a 321
Artigo II — Tabelas Gerais de Emprego	7-2	322 a 347

CAPÍTULO 1

PONTE M4T6

ARTIGO I

GENERALIDADES

1-1. FINALIDADE

O presente manual versa sobre a Ponte M4T6 e sobre assuntos correlatos necessários à sua montagem e ancoragem.

1-2. CARACTERÍSTICAS DA PONTE M4T6

a. **Grande capacidade** — Relativamente superior à congênere B4A1.

b. **Grande portabilidade** — Porque possui a maioria dos componentes bastante leves, a Ponte M4T6 é de fácil manejo nos canteiros de trabalho e o transporte de uma equipagem pode ser efetuado por onze viaturas especializadas (TE TRNP EQP PNT M4T6, 5t, 6x6), e uma viatura 2 1/2 t para cabos e ferramentas.

c. **Usos múltiplos** — Pode ser usada tanto em cursos de água (pontes e portadas), como em brechas secas.

d. **Comprimentos determinados** — Por suas características geométricas, os componentes da equipagem permitem construção de pontes de comprimentos pré-determinados. Isto implica na possibilidade de previsão de material e equipamento necessários, com grande segurança.

e. **Utilização em Cursos de Água de Correnteza Elevada** — A equipagem M4T6 é dimensionada para a utilização em cursos de água violentos e inconstantes, nada impedindo que seja empregada em locais de baixa ou nenhuma correnteza.

f. **Pré-montagem à retaguarda** — Outro fator de grande relevância operacional é a possibilidade das secções serem pré-montadas à retaguarda e transportadas ao local de lançamento (no caso de portadas e pontes flutuantes).

g. **Montagem fora da água** — A possibilidade de montagem de secções fora da água é detalhe importante no planejamento de um lançamento, já que um maior número de elementos trabalhando em seu proveito abrevia o tempo global de montagem.

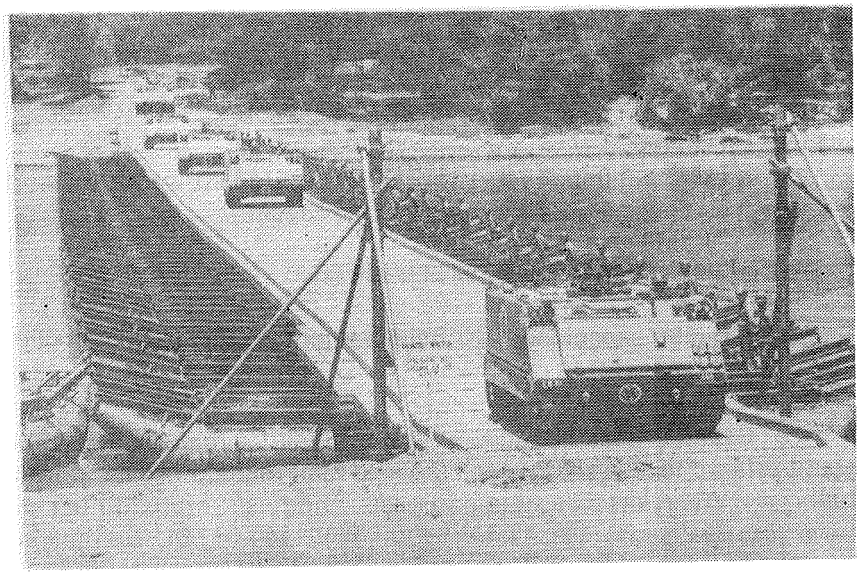
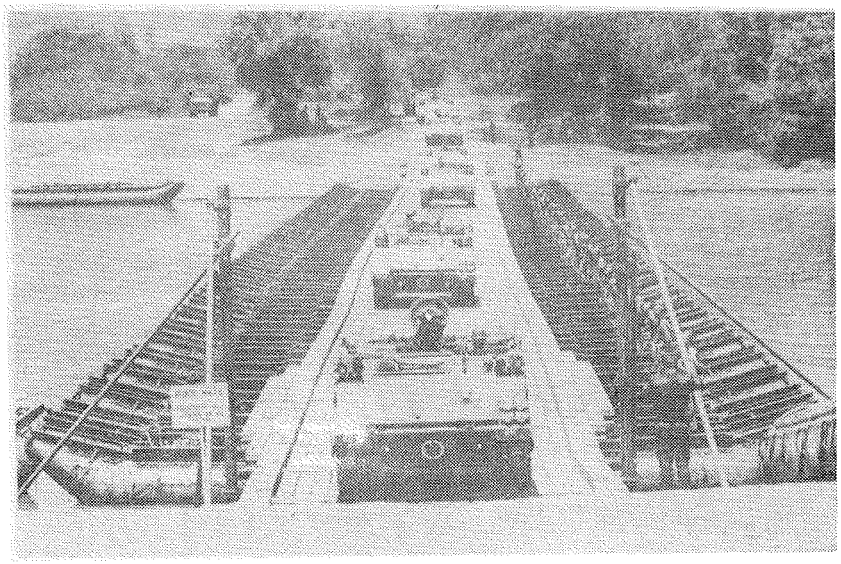


Figura 1-1. Aspecto de uma transposição contínua efetuada com material da equipagem M4T6.



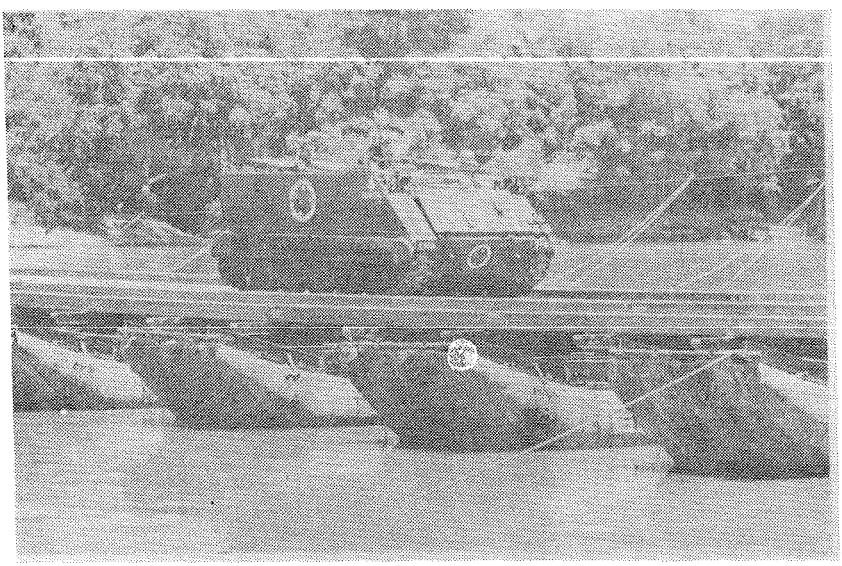


Figura 1-2. Aspectos gerais da equipagem M4T6 em utilização.

Figura 1-3. Aspectos gerais da equipagem M4T6 em utilização.

1-3. DISTRIBUIÇÃO

a. As equipagens de ponte M4T6, em princípio, são distribuídas do seguinte modo:

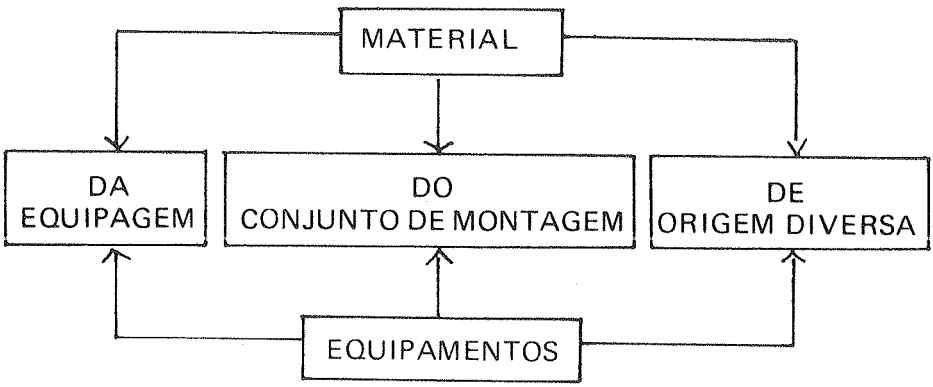
(1) Batalhões de engenharia de divisão de exército: duas equipagens.

(2) Companhia de pontes flutuantes de corpo de exército: cinco equipagens.

(3) Companhia de engenharia orgânica de brigada: uma equipagem.

1-4. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

a. **Introdução** — O material empregado na utilização da equipagem M4T6 pode ser classificado conforme o seguinte quadro:



(1) Neste artigo serão apenas tratados os componentes da equipagem M4T6 (definida conforme o SC-5420-97-CL-E35) classificados como material e os classificados como equipamento.

(2) Os componentes do conjunto de montagem e os componentes de origem diversa serão abordados nos capítulos 6 e 7, onde também constará uma relação das peças da equipagem descritas neste artigo, com suas respectivas quantidades por equipagem.

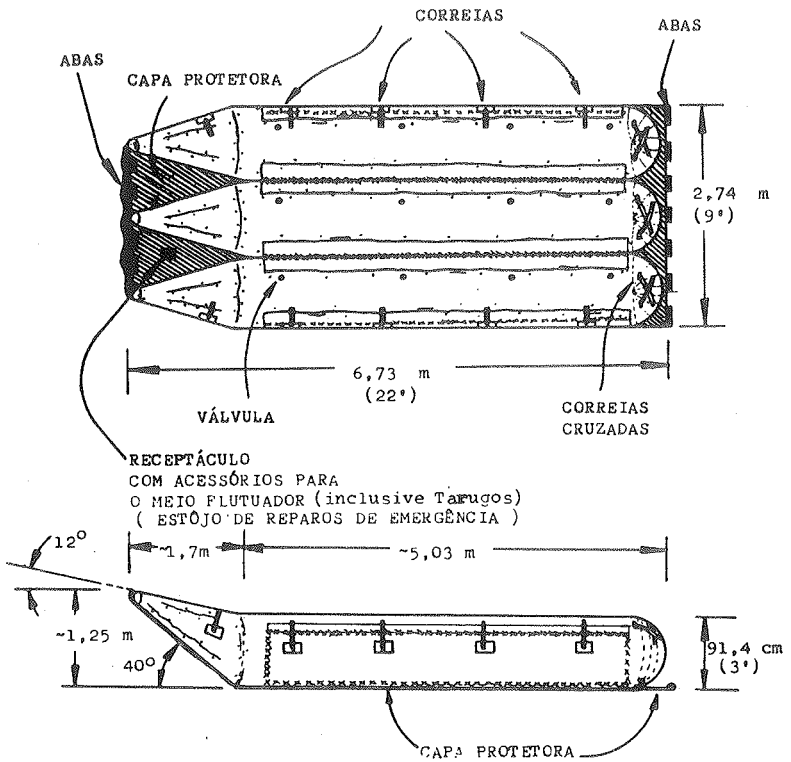
(a) O conjunto de montagem serve para auxiliar a montagem de pontes ou portadas M4T6, além de outras equipagens, como a de superestrutura de aço, classe 60.

b. **Material** — Neste subparágrafo serão tratados todos os componentes da equipagem classificados como material. Trata-se de uma descrição detalhada e de apreciação objetiva.

(1) Meio flutuador — É uma estrutura inflável, de borracha sintética (policloropreno) pesando 339,75 kg (750 lbs) quando desinflada e 357,75 kg (790 lbs) quando inflada, utilizada como suporte flutuante em portadas e pontes, para cargas de até 12 t, e pressão de 2 psi (0,14 kg/cm^2). É constituído por 3 tubos unidos longitudinalmente de volumes internos aproximadamente iguais a 4,4 m^3 (totalizando 13,2 m^3) subdivididos em 4 câmaras estanques providas de uma válvula cada. Na popa, onde os tubos são terminados em calotas esféricas, existe, em cada um deles, duas correias cruzadas de nylon, com anéis em "D" que servem para conectar a parte superior das popas de dois meio flutuadores (se for o caso). Nas laterais dos tubos externos existem correias, chamadas correias laterais, de características idênticas às cruzadas. Elas se prestam para fixar os painéis de sela, painéis da prolonga, travessa de sela e prolonga ao meio flutuador. Na proa, os tubos se afilam e se elevam, formando um ângulo de ataque de 40°com a superfície da água. Por baixo, o meio flutuador é protegido por uma membrana, também de policloropreno, chamada "capa protetora", que une os tubos entre si, como uma membrana tipo "pé de pato". Essa membrana e as características geométricas agressivas da proa conferem excelentes qualidades hidrodinâmicas ao meio flutuador. Além disso, a membrana impede o acúmulo de detritos entre os tubos, além de protegê-los durante o lançamento do flutuador. Em cada extremidade da capa (proa e popa) existem abas por onde passa a barra de conexão: na proa, para uni-la ao painel da prolonga e prolongas, e na popa, (se for o caso), para unir sua parte inferior a outro meio flutuador. Como acessórios, tarugos de madeira, de formato cônico, rosqueados, são encontrados em um receptáculo existente na parte interna da capa protetora, na proa dos flutuadores (que naquele local se afilam). Servem para vedar escapes de ar. (Figura 1-4)

(2) Barra de conexão ou ligação — São tubos de aço utilizados na conexão da parte inferior de dois meios flutuadores e para fixarem suas proas aos painéis da prolonga e prolongas. Uma das extremidades é fechada com uma tampa e a outra é arredondada, possuindo um orifício para a colocação do contra-pino. (Figura 1-5).

(3) Painel de sela — Os painéis de sela são peças de madeira compensada, reforçadas por um barramento plano de aço. São colocados diretamente sobre a parte horizontal dos meios flutuadores, com a finalidade de apoiar, por intermédio de seu barramento de aço, a traves-



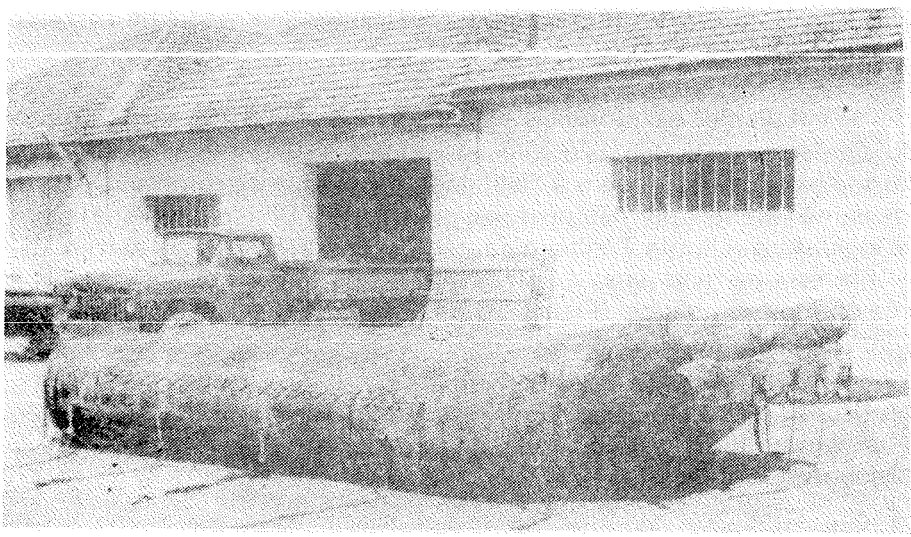


Figura 1-4. Vistas superior e lateral de um meio flutuador.

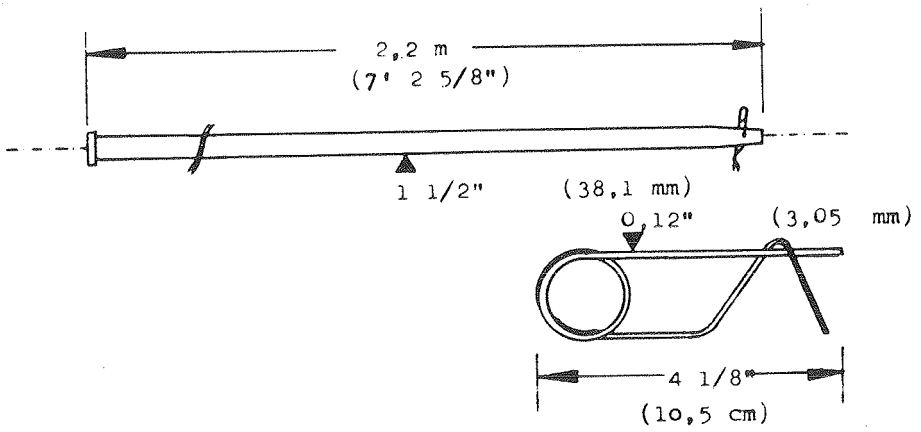


Figura 1-5. Barra de conexão e o contra-pino correspondente.

sa de sela. Nos quatro cantos dos painéis existem retentores que se encaixam nas mesas inferiores do perfil da travessa de sela, fixando-a aos painéis. Possui, ainda, dois anéis em "D", por onde passam as correias laterais dos meios flutuadores para fixá-los. Seu peso é de 74,74 kg (165 lbs). (Figura 1-6)

(4) Painel da prolonga — Esses painéis, de 81,54 kg (180 lbs), são similares ao de sela. São colocados sobre as extremidades inclinadas dos meios flutuadores com a finalidade de receber a prolonga. Diferem dos painéis de sela por não possuírem anéis em "D" e por terem fixadas em si duas vigas duplo T estendidas, com um orifício em sua extremidade. Por esse orifício passa a barra de conexão que assim une o painel à proa do meio flutuador. (Figura 1-7).

(5) Travessa de sela — É uma viga de aço, duplo T (WF 21), constituída por uma secção central e duas secções de extremidade que se apoiam e são conectadas aos painéis de sela, por meio dos retentores dos painéis. (Figura 1-8).

(a) A secção central suporta os adaptadores de sela, sendo a eles fixados por meio de quatro retentores diferentes daqueles dos painéis; possui quatro alças de transporte de cada lado, por onde podem

passar as correias laterais dos flutuadores. Em ambas extremidades possui engates fêmea para a sua união às secções de extremidade. Seu peso é de 210,64 kg (465 lbs).

(b) A secção de extremidade, de menor comprimento que a central, possui um engate macho em uma de suas extremidades, permitindo sua conexão com a secção central. Na outra extremidade, possui um engate fêmea para conexão com a prolonga. Possui duas alças de transporte de cada lado com idêntica finalidade das alças da secção central. Na extremidade voltada para a proa há uma ábita onde são fixados os cabos de lançamento dos suportes flutuantes ou mesmo os cabos de amarração, de âncoras e tirantes em sistemas de ancoragem. Seu peso é de 124,57 kg (275 lbs).

(c) A união das secções central e de extremidade, assim como desta com a prolonga, é feita por meio de pinos de aço denominados "pino da travessa de sela". A ponta do pino é afilada para facilitar sua inserção. Junto a essa ponta, existe um furo para o engate do contra-pino

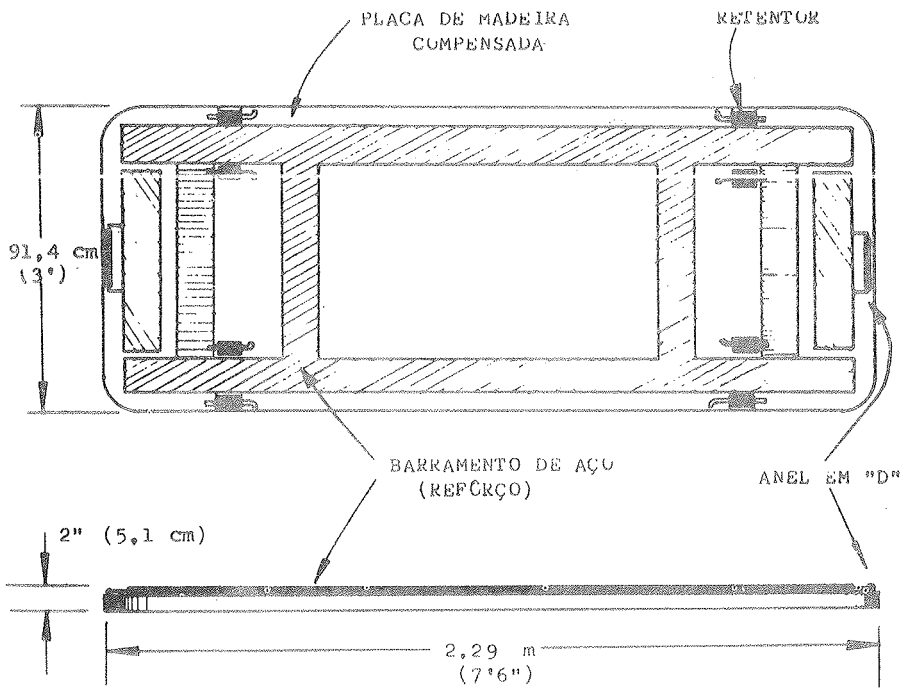


Figura 1-6. Aspecto de um painel de sela.

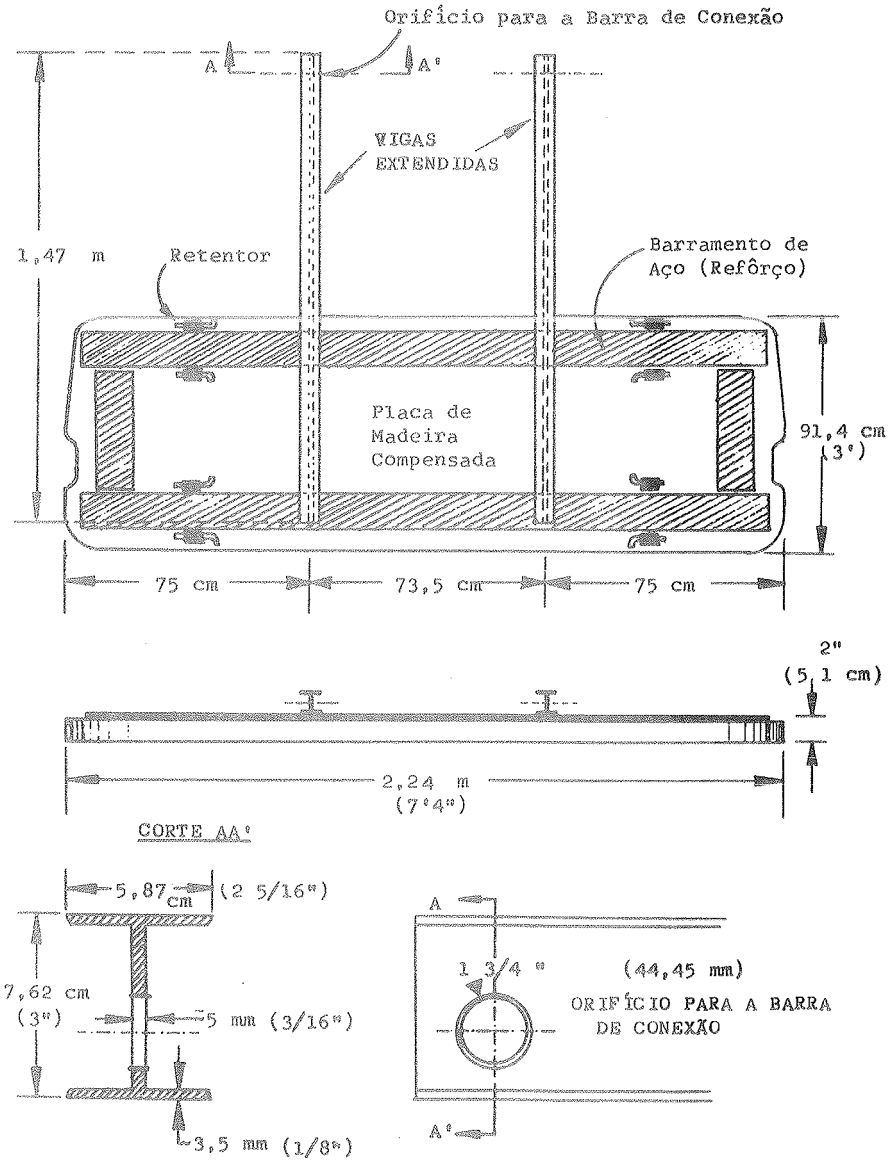


Figura 1-7. Vistas superior e frontal do painel da prolonga e detalhes importantes.

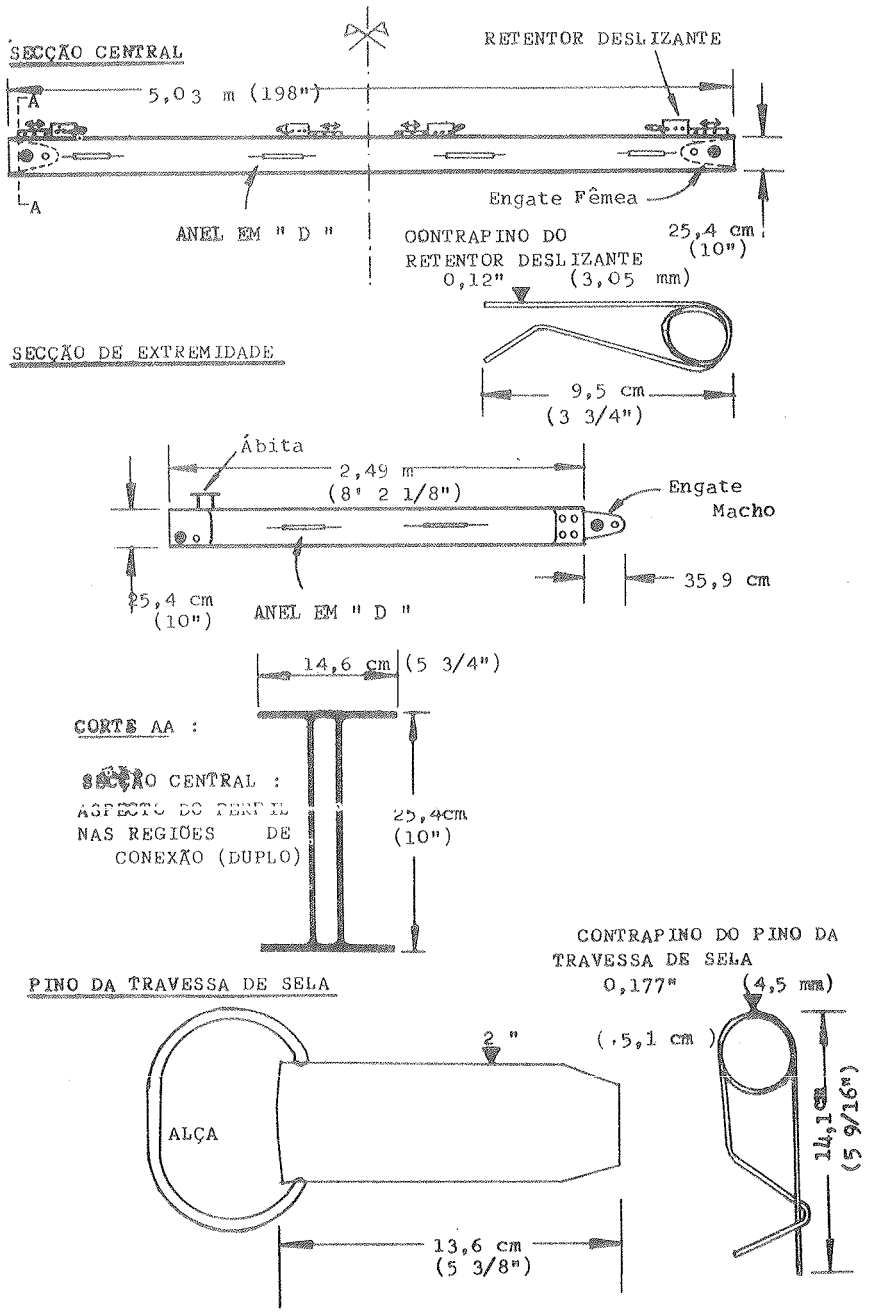


Figura 1-8. Componentes da travessa de sela.

(6) Prolonga — É uma viga de aço duplo T (WF 12), de 43,03 kg (95 lbs), que se apóia sobre o painel da prolonga, sendo a ele fixada por intermédio dos retentores do painel. Une-se com a travessa de sela por meio de um engate macho existente em uma de suas extremidades. Na outra, há dois orifícios: por um deles passa a barra de conexão, para fixar a prolonga à proa do meio flutuador e o outro é destinado à fixação do laço ou do adaptador do suporte do motor de popa. Possui duas alças de transporte, uma de cada lado, idênticas às da travessa de sela e com a mesma finalidade. (Figura 1-9).

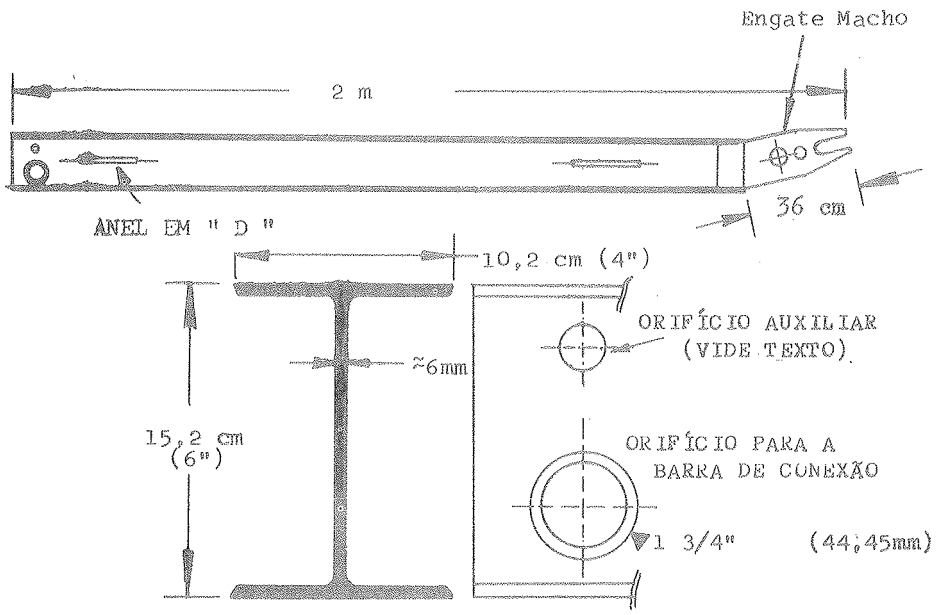
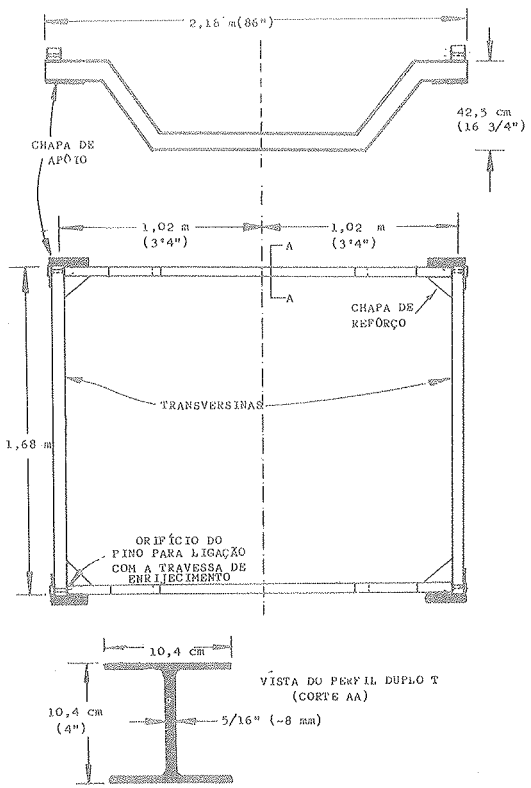


Figura 1-9. Aspecto de prolonga.

(7) Adaptador de sela normal — Os adaptadores de sela normais consistem de estruturas em forma de "U", fabricadas com perfis de aço duplo T. Apoiam-se sobre a secção central da travessa de sela, cujos retentores prendem os adaptadores por intermédio de "chapas de apoio" existentes nos seus cantos. Possuem duas transversinas eqüidistantes do eixo transversal do adaptador, destinadas a receber as travessas de enrijecimento. Os próprios pinos da travessa (os inferiores) fixam-na a essas transversinas. Assim, os adaptadores criam espaço de trabalho entre o flutuador e o tabuleiro. Seu peso é de 117,78 kg (260 lbs) (Figura 1-10).



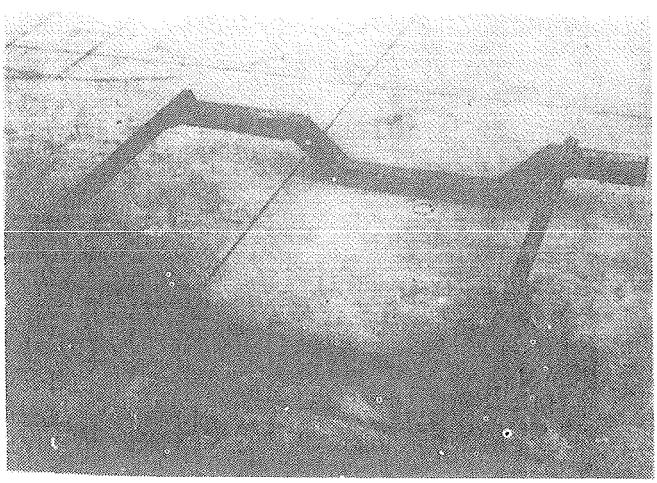
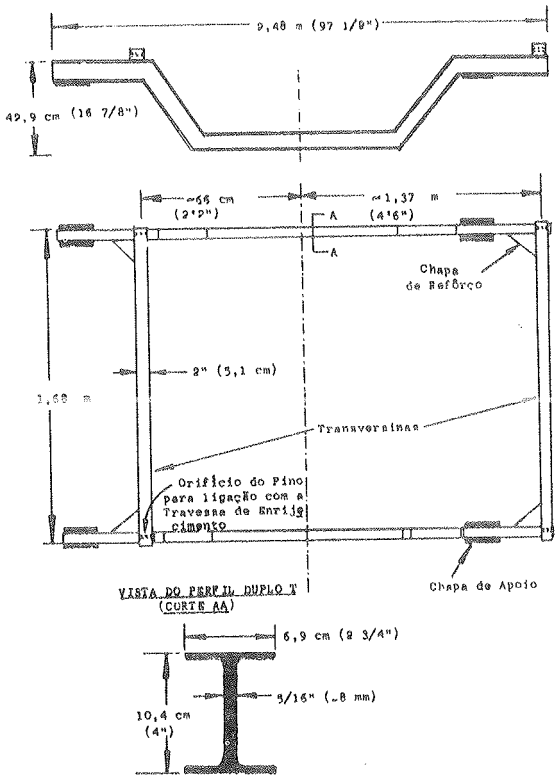


Figura 1-10. Adaptador de sela normal.



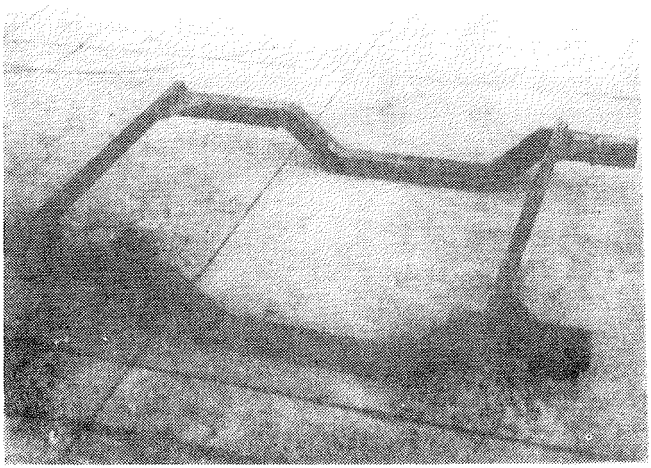


Figura 1-11. Adaptador de sela de fechamento.

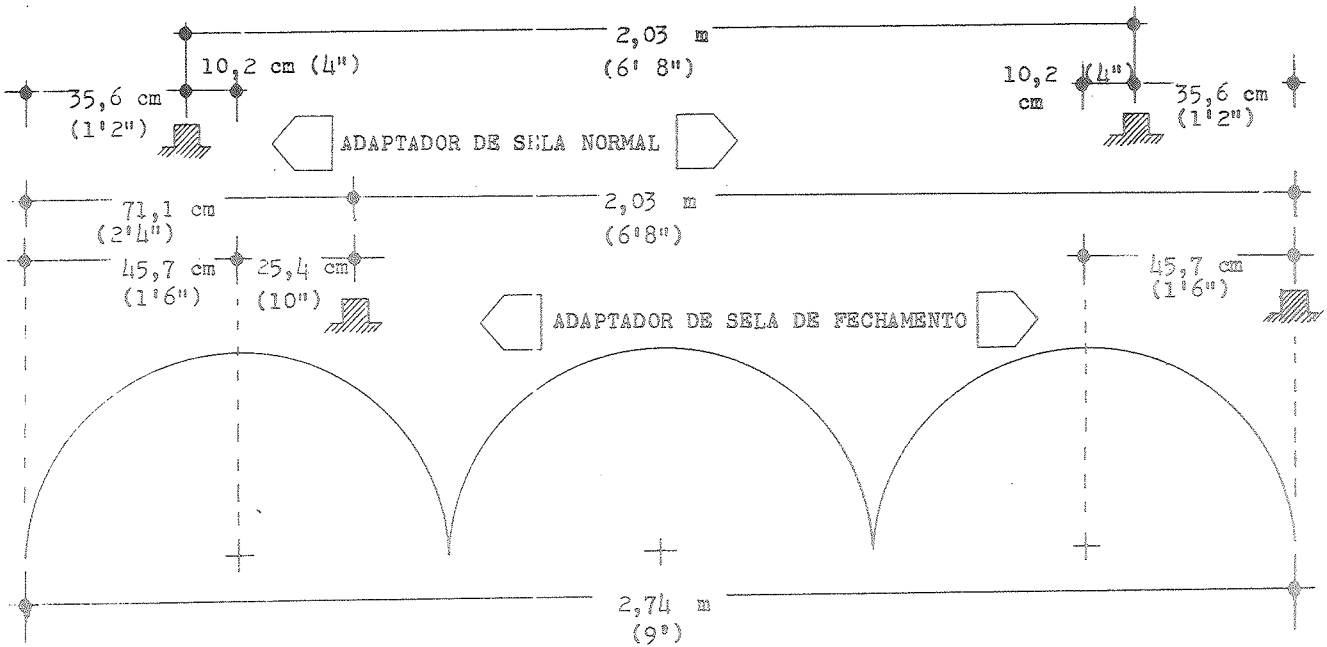


Figura 1-12. Apresenta uma comparação que permite visualizar o espaçamento entre travessas de enrijecimento colocadas sobre os dois tipos de adaptadores.

(8) Adaptador de sela de fechamento – Estes adaptadores, de 124,57 kg (275 lbs), são similares aos normais. Diferem, apenas, na posição de suas transversinas, no caso, deslocadas aproximadamente de 35 cm (14") em relação ao eixo transversal da peça, permitindo uma maior aproximação entre os flutuadores nas portadas, pontes reforçadas e partes de margem de pontes normais, reforçando a estrutura (Figura 1-11). Os adaptadores de sela de fechamento podem ser usados no lugar dos adaptadores normais, nos seguintes casos:

- em portadas normais de 4 suportes flutuantes
- em portadas normais de 5 suportes flutuantes
- em portadas reforçadas de 4 suportes flutuantes
- em portadas reforçadas de 5 suportes flutuantes (somente nos suportes flutuantes mais externos)
- em todos os tipos de pontes sobre suportes flutuantes com exceção das pontes reforçadas.

– Observe-se que em alguns casos (como em portadas reforçadas), dependendo de como forem usados, poderá haver variações, ainda que pequenas, nas capacidades dos meios de transposição.

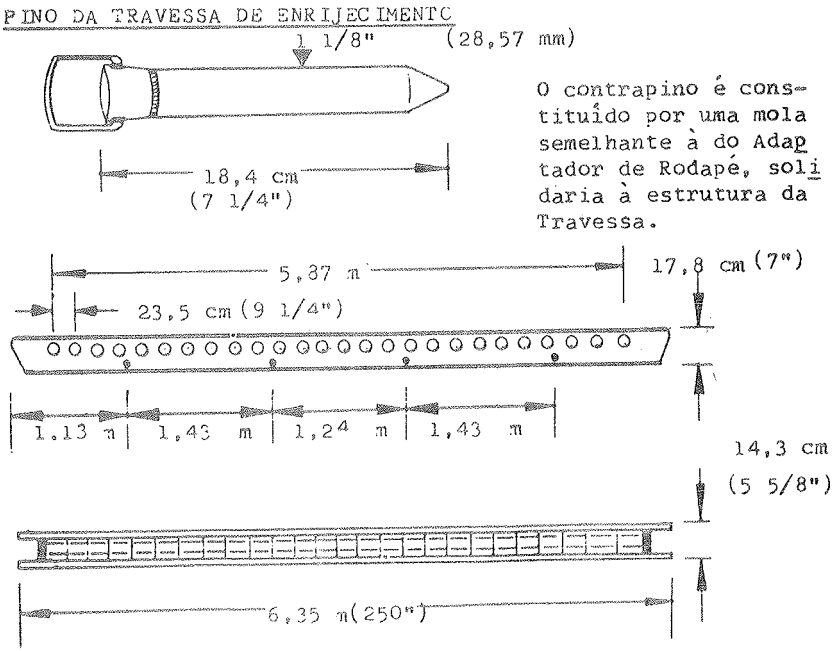


Figura 1-13. Aspecto da travessa de enrijecimento.

(9) Travessa de enrijecimento – É uma peça de duralumínio, de 113,25 kg (250 lbs), que suporta as vigas do tabuleiro. Em sua parte superior há vinte e seis engates fêmea com pinos que recebem e fixam os engates das vigas. Na parte inferior possui quatro orifícios com pinos, por meio dos quais é feita sua fixação aos adaptadores de sela. Em todos os pinos de aço há um sulco próximo à alça, onde se fixam molas solidárias às travessas funcionando como contra-pino. (Figura 1-13).

(10) Adaptador do rodapé – São "cunhas" de aço de 6,79 kg (15 lbs) utilizadas entre as travessas de enrijecimento e as vigas, com a finalidade de elevá-las de 15 cm (6") acima do tabuleiro, formando o rodapé das portadas e pontes. São fixados às travessas por meio de seus pinos de aço (da travessa) e às vigas por meio de seus próprios pinos. Molas solidárias ao adaptador substituem com vantagem o contra-pino. (Figura 1-14).

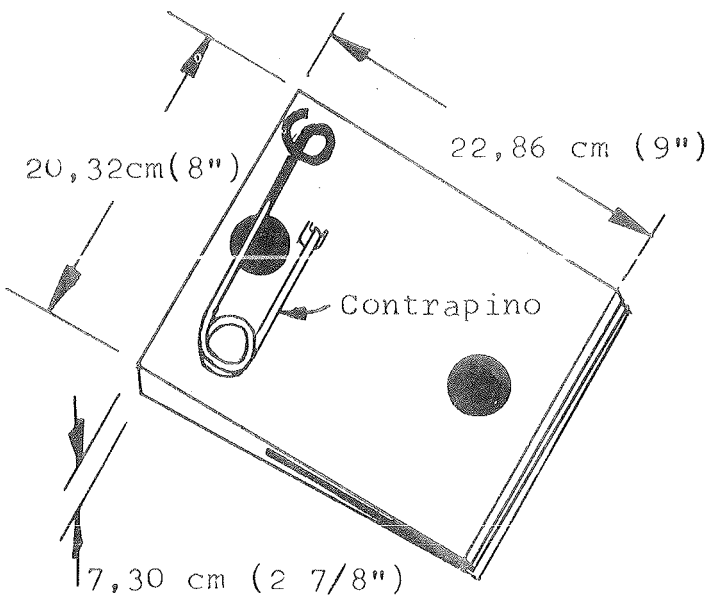


Figura 1-14. Adaptador do rodapé.

(11) Viga normal – As vigas normais de duralumínio são ocas e flutuam quando caem no rio. Uma de suas faces é estampada com ressaltos metálicos, visando torná-la anti-derrapante e impedir o contato

entre as lagartas e as faces planas. Possui quatro engates machos na parte inferior, dois nas extremidades e dois centrais, que se encaixam nos engates da travessa de enrijecimento e nelas se fixam por meio de seus pinos. Nas extremidades das vigas, existem alças de transporte que são utilizadas como elementos fixadores de balaústres, quando elas forem utilizadas como rodapé. Esse tipo de viga é que forma a estrutura fundamental do tabuleiro. Seu peso é de 102,38 kg (226 lbs). (Figura 1-15).

(12) Viga curta — As características dessa viga são similares às das vigas normais. De comprimento um tanto menor, possui apenas dois engates machos situados nas extremidades e pesam 55,27 kg (122 lbs). São usadas em lances de aproximação, pontes sobre cavaletes e para preencher intervalos do tabuleiro, nos espaços não ocupados pelas vigas normais. (Figura 1-15).

(13) Viga afilada ou chanfrada — A viga afilada de características gerais semelhantes as das vigas apresentadas anteriormente, é ainda menor em comprimento que a viga curta. Possui apenas um engate macho em uma de suas extremidades, sendo a outra afilada com uma placa articulada. Essas vigas de 45,3 kg (100 lbs) são geralmente utilizadas como rampas de pontes e como vigas do próprio tabuleiro, quer nos lances de aproximação ou em pontes sobre cavaletes, quer preenchendo intervalos de tabuleiros; a placa articulada é dobrada para baixo e presa à travessa de enrijecimento, como se fosse um engate macho. (Figura 1-15).

(14) Rampa para portada — É uma peça de duralumínio em forma de cunha, de 106 kg (234 lbs), utilizada como rampa de portadas. Sua superfície superior é idêntica à das vigas. São fixadas às partes em balanço, por meio de um pino horizontal (em sua parte inferior) e dois pinos verticais (em sua parte superior), ambos de aço, solidários às rampas. Possuem alças embutidas com a finalidade de transporte. (Figura 1-16).

(15) Dormente — É um perfilado de aço de 74,74 kg (165 lbs), destinado a servir de suporte à travessa de enrijecimento, quando utilizada em encontros. Sua união é feita por meio dos pinos inferiores da travessa. (Figura 1-17).

(16) Telha longa — É uma peça de duralumínio de 43,94 kg (97 lbs), utilizada nas articulações do tabuleiro, em encontros, cavaletes e

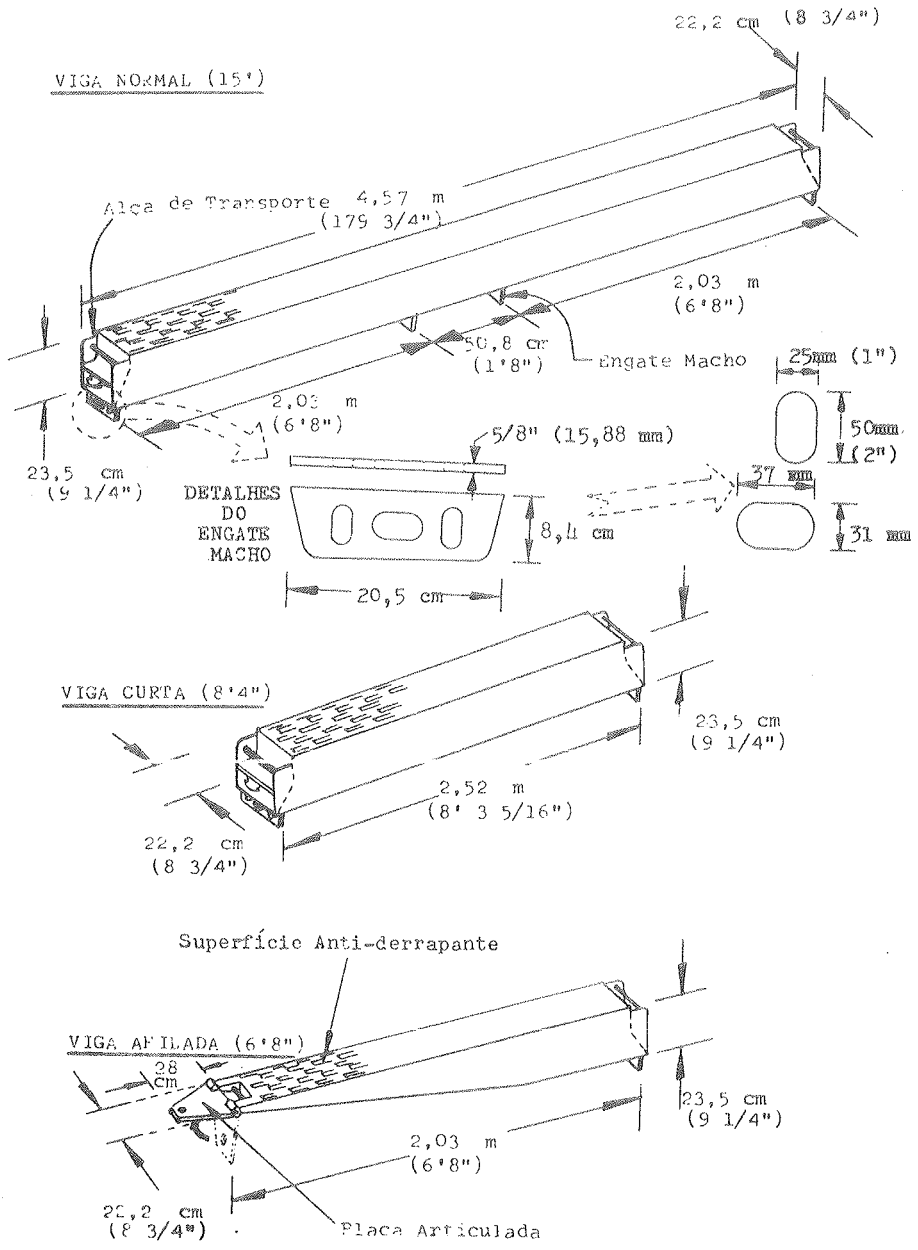


Figura 1-15. Vigas da equipagem M4T6.

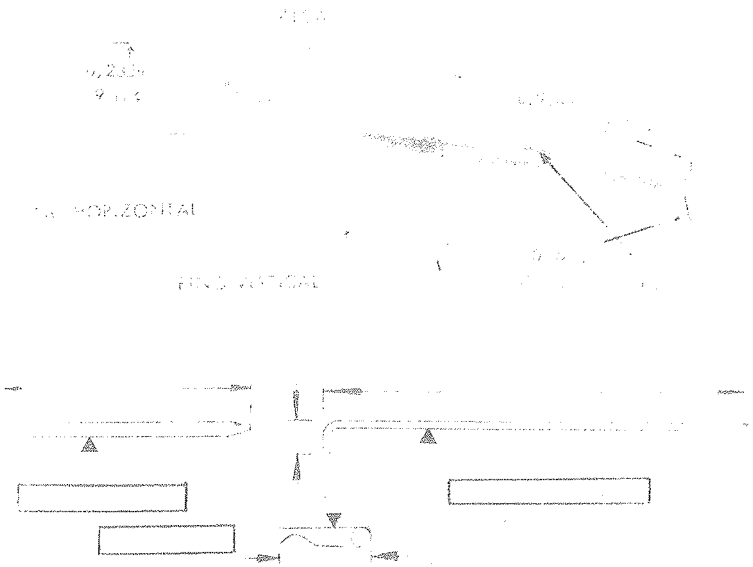


Figura 1-16. Rampa para portada e seus pinos de fixação.

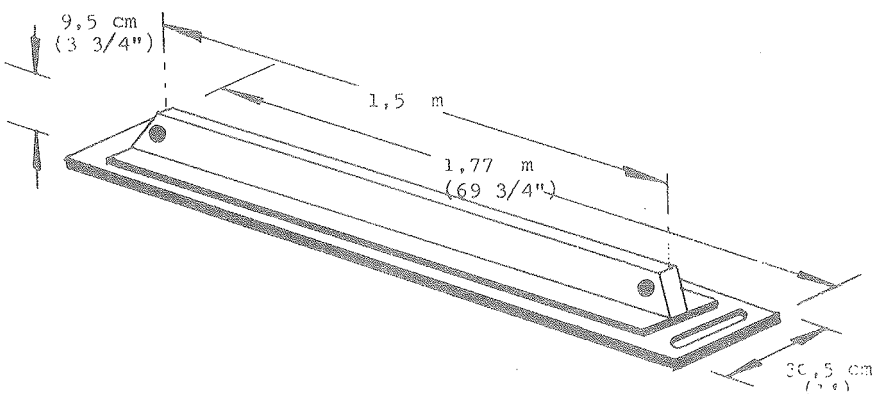


Figura 1-17. Dormente

extremidades de lances de aproximação. Protegem as alças de transporte das vigas do tabuleiro de prováveis danos provocados por lagartas de veículos pesados. Para evitar seu deslizamento,devido ao tráfego, possui sete dentes que se encaixam nas extremidades das vigas. (Figura 1-18).

(17) Telha curta — É similar à telha longa, difere apenas pelo seu comprimento, número de dentes (apenas dois) e peso: 12,68 kg (28 lbs). (Figura 1-18).

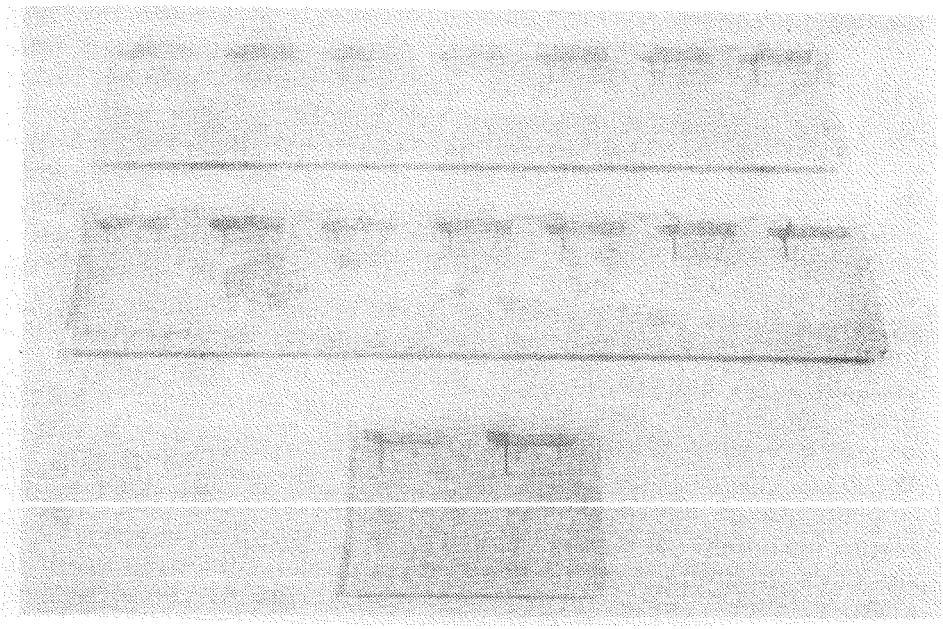


Figura 1-18. Aspecto das telhas longa e curta.

(18) Cavalete — É uma estrutura de duralumínio e aço, com capacidade para 60 ton, utilizada como suporte do vigamento em pontes fixas, em trechos fixos de pontes mistas ou para compensar variações do nível da água.

(a) Duas sapatas de 90,6 kg (200 lbs) cada, distribuem toda a carga do cavalete ao solo. Possuem, no centro, um receptáculo onde se aloja a extremidade da perna, unida por meio de um parafuso. O chapéu é fixado às pernas por meio de duas trancas existentes em cada uma de suas extremidades, como também por pinos de aço, colocados em um dos três orifícios do chapéu e um dos vinte e cinco orifícios da perna. Dependendo da posição relativa do chapéu, podem ser efetuados ajustes

mínimos de 0,1 m ou 0,04 m. O chapéu possui vinte e dois engates fêmeas, cada qual com seu pino (de aço) e contra-pino, semelhantes aos da travessa de enrijecimento. Os cavaletes são estabilizados por estais ancorados ao solo por meio de peças de ancoragem. Essas peças são fixadas ao solo por meio de estacas metálicas. A união perna-estal é possibilitada por uma braçadeira tipo algema fixada à perna e ao estal. Para que os ajustes na altura do chapéu sejam possíveis, um suporte de talha (consolo) é fixado a cada uma das pernas, por meio de um pino de aço ligado ao suporte por uma corrente. O contra-pino também está ligado a esse suporte por meio de uma corrente. (Figura 1-19).

19) Torre de ancoragem — É uma estrutura de aço, tipo treliça, cuja finalidade é servir de apoio aos cabo(s) — guia que fazem parte dos sistemas de ancoragem por cabo(s) — guia, bem como elevá-los a determinadas alturas, já que trabalha pelo princípio de pontes pênseis. Uma base equivalente à sapata dos cavaletes distribui ao solo a carga vertical aplicada sobre a torre. Possui um receptáculo central onde se encaixa o acoplamento tipo semi-ésfera da articulação. Essa, muito semelhante a um funil, possui 4 suportes apoiados sobre cantoneiras onde é fixada a secção de torre, implemento (adaptador), ou cúpula, dependendo da altura da torre desejada e do número de cabos usados por torre. Essa união é realizada por meio de parafusos solidários a esses elementos. A secção da torre é uma estrutura em treliça, cuja finalidade é formar o corpo de torres altas, elevando o apoio dos cabo(s) (cúpula ou implemento) a alturas desejadas e previstas pelo cálculo. O implemento (adaptador da cúpula da torre) é um dispositivo de uso arbitrário: pode ser utilizado com a finalidade de ajustar, com maior precisão, a altura da torre em valores os mais próximos possíveis dos teóricamente calculados para ela. Também poderá ser utilizado no caso de sistemas que empreguem mais de um cabo por torre. Por isto possuem dois cabos de aço com 3/8" (9,52 mm) de diâmetro, fixados ao implemento (adaptador) por meio de alças existentes em uma de suas extremidades. Na outra extremidade, há um manguito de fundo de cesto aberto, onde é fixada uma patesca para cabos de até 1.1/4" (31,75 mm) de diâmetro. A cúpula deve ser utilizada, necessáriamente, quando houver um ou três cabo(s) — guia por cada par de torres, sendo que um deles (principal) apoia-se nas canaletas e os outros dois (auxiliares) ficam apoiados nas patescas dos cabos presos aos implementos. Nos seus cantos existem orifícios (ou alças), nos quais são fixados os quatro estais da torre. No caso de emprego de apenas dois cabo(s) — guia por cada par de torres, a cúpula não deverá ser utilizada para apoiá-los (as patescas dos cabos dos implementos o fazem), servindo apenas como base de conexão dos

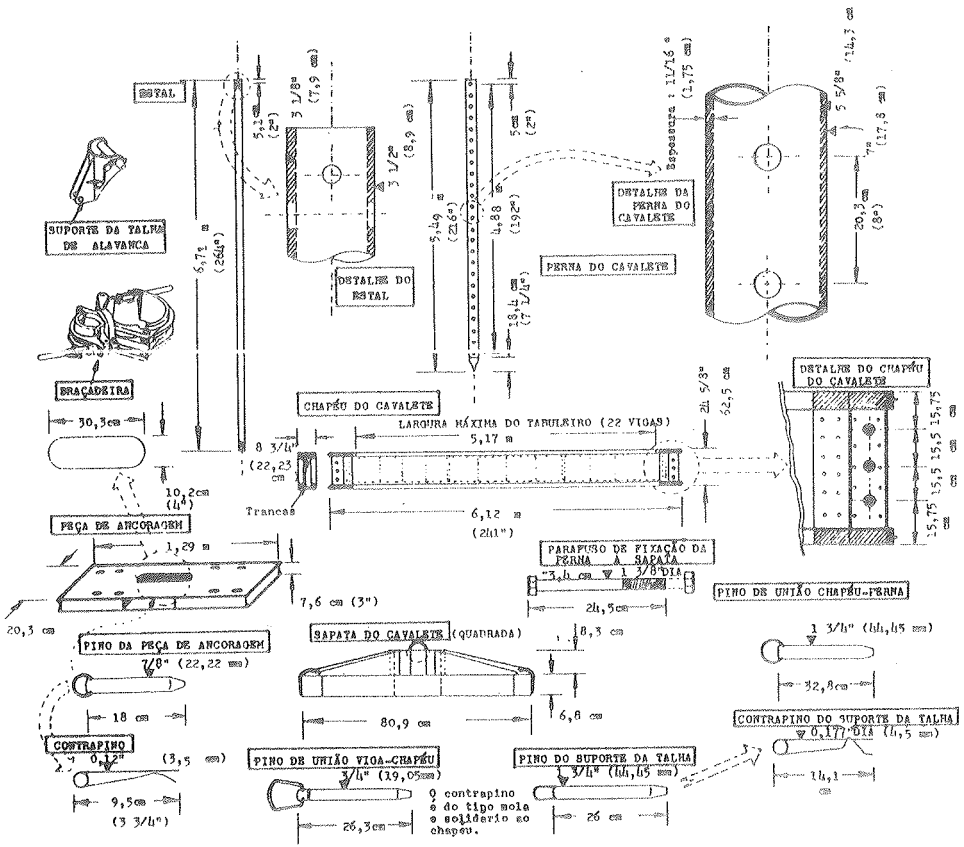


Figura 1-19. Componentes do cavalete da equipagem M4T6.

estais (talvez pudessem ser fixados diretamente aos barramentos do implemento, não havendo, porém, peças disponíveis na equipagem para efetuar esta conexão). Acompanha, ainda, a torre, um fixador, peça utilizada apenas no levantamento da torre, fixada nessa ocasião, à articulação, por meio de 6 pinos. (Figura 1-20, 1-21 e 1-22)

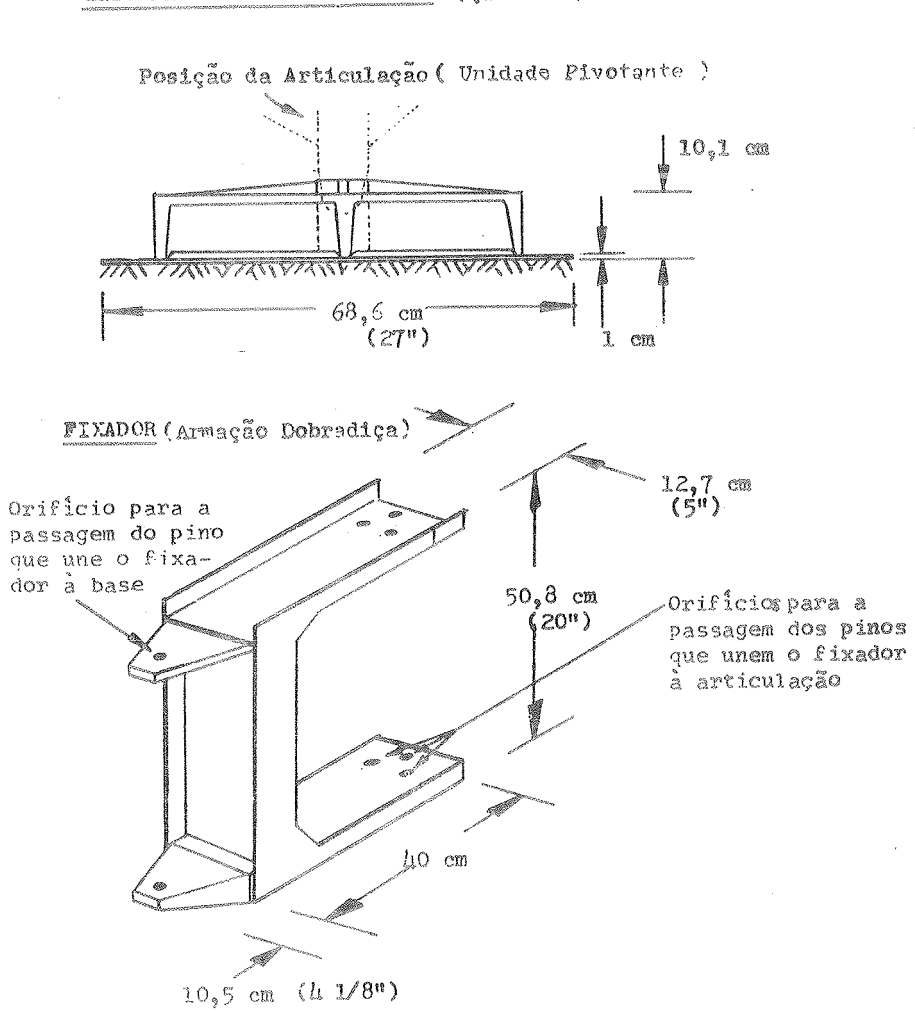
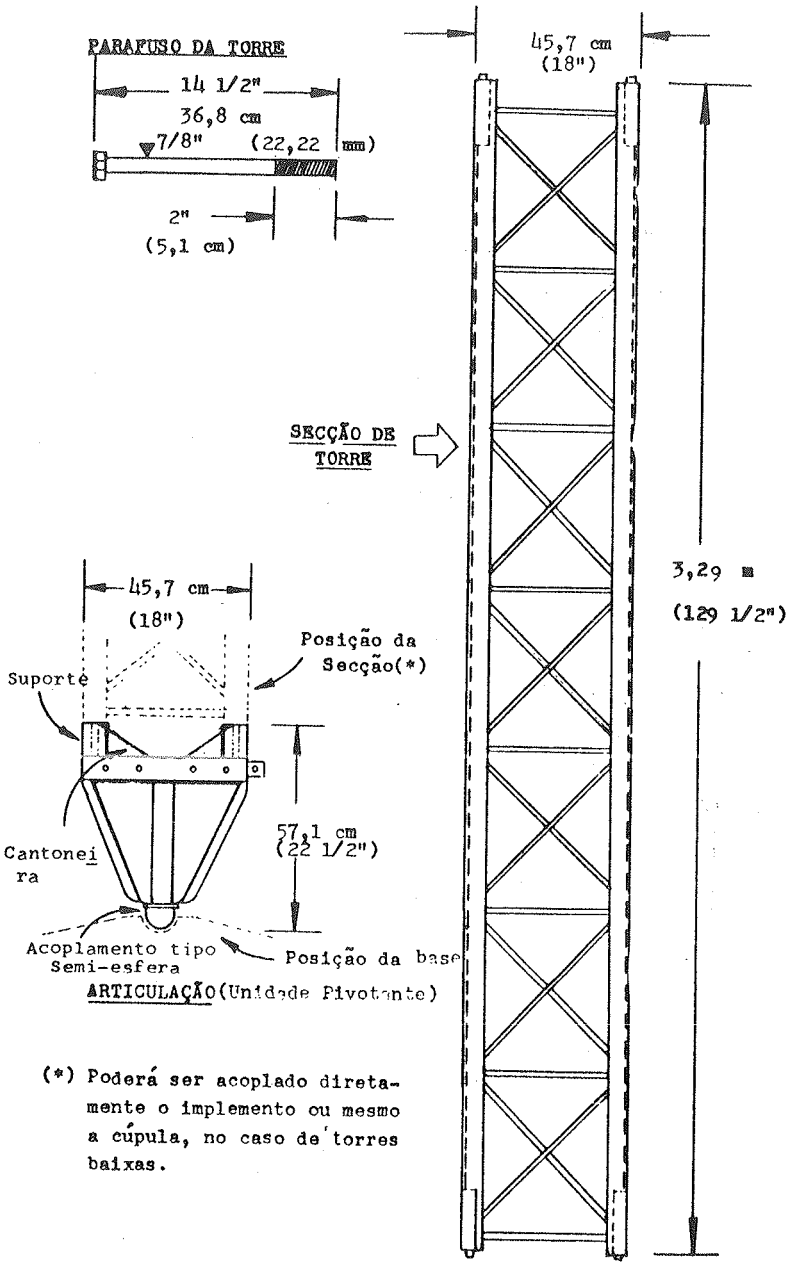


Figura 1-20. Base e fixador da torre de ancoragem.



(*) Poderá ser acoplado diretamente o implemento ou mesmo a cúpula, no caso de torres baixas.

Figura 1-21. Secção de torre e articulação.

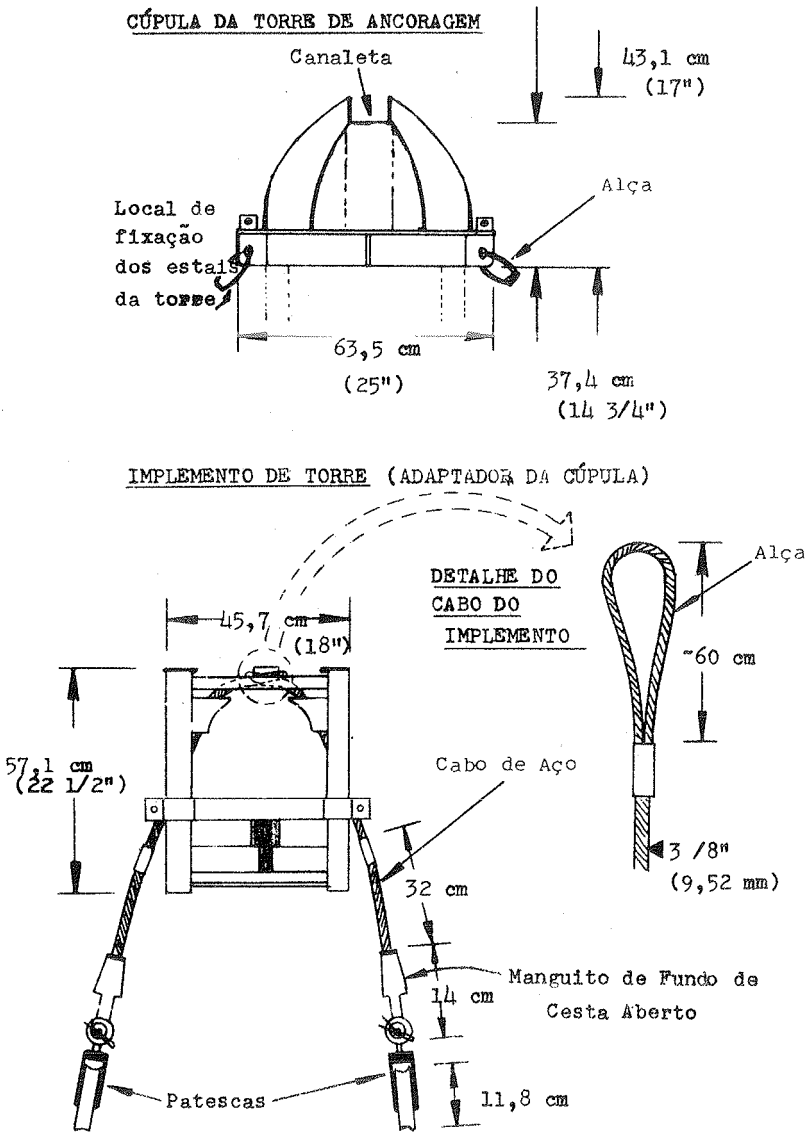


Figura 1-22. Cúpula e implemento de torre: detalhes importantes.

(20) Cabo de manilha — Este cabo é largamente empregado com a equipagem M4T6 em ocasiões bastante diversas. Dois tipos de cabos de manilha acompanham a equipagem.

(a) Cabo de manilha, com diâmetro de 1/2" (12,7 mm), capaz de suportar carga de até 1200 kg. É utilizado como corrimão da estrutura longitudinal das pontes e portadas (apoiados nos balaústres), como elemento de ligação das embarcações de manobra a meios flutuadores ou flutuadores inteiros, a lances de pontes e às portadas. Também pode ser usado em manobras de força, tais como: erguimento de cavaletes ou torres.

(b) Cabo de manilha com diâmetro de 1" (25,4 mm), capaz de suportar cargas de até 4000 kg. É utilizado como cabo de amarração, cabo de âncora e tirante em sistemas de ancoragem.

(c) No anexo de tabelas, encontram-se dados referentes a outros cabos de fibra que poderão, eventualmente, substituir os cabos da equipagem.

(21) Cabos de aço — Os cabos de aço que acompanham a equipagem M4T6 são de categorias IPS (improved plow steel), de classificação 6 x 19, com alma de fibra. Embora sejam previstos inúmeros tipos, somente 2 realmente acompanham a equipagem. São os seguintes:

— cabo de aço com diâmetro de 5/8" (15,88 mm), capaz de suportar cargas de até 15.100 kg.

— cabo de aço com diâmetro de 3/4" (18,05 mm), capaz de suportar cargas de até 21.600 kg.

(a) Estes cabos são utilizados, principalmente, como cabo(s) — guia em sistemas de ancoragem por cabos(s) — guia e como cabos de ancoragem direcionais em sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais, sendo também empregados em sistemas de ancoragem expeditos ou combinados. Poderão também servir como cabos de manobra, em portadas volantes e de navegação retida. De um modo geral, poderão ser utilizados cabos de outras categorias e classificações que não as acima mencionadas, devendo ser efetuada uma equivalência quanto às cargas de ruptura.

(b) No anexo de tabelas, encontram-se dados referentes a outros cabos de aço que poderão, eventualmente, substituir os cabos da equipagem.

(22) Sapatilhas — São peças de aço galvanizado, em forma de ferradura, cuja finalidade é evitar ruturas e danificações nos fios superficiais dos cabos de aço, conectados em pontos com bordas vivas. Dois tipos de sapatilhas acompanham a equipagem M4T6:

— sapatilhas para cabos de aço de diâmetro igual a 5/8" (15,88 mm).

— sapatilhas para cabos de aço de diâmetro igual a 3/4" (19,05 mm).

(23) Clipes — São pequenas peças de aço galvanizado, em forma de "U", com rosca nas extremidades, visando unir 2 cabos lateralmente, pressionando-os por meio de uma placa solidária às suas duas roscas. Dois tipos de clipes acompanham a equipagem M4T6:

— clipes para cabos de aço de 5/8" (15,88 mm)
— clipes para cabos de aço de 3/4" (19,05 mm)

(24) Trole (ou roldana dupla) — São dispositivos providos de duas roldanas, cujos eixos são solidários às barras laterais, enrijecedoras do conjunto. Os troles são usados para realizar a união-móvel dos tirantes ao cabo(s) — guia nos sistemas de ancoragem por cabo(s) — guia. (Figura 1-23). Dois tipos de troles acompanham a equipagem M4T6:

— troles para cabos de 1" (25,40 mm) de diâmetro.
— troles para cabos de 7/8" (22,23 mm) de diâmetro.

(25) Laço — É um dispositivo de cordames de nylon, bastante resistente, utilizado na fixação dos tirantes às proas dos meios flutuadores em sistemas de ancoragem por cabo(s) — guia. Também podem ser utilizados em sistemas de ancoragem por âncoras, prendendo os cabos de âncoras aos flutuadores, embora seja um processo pouco prático. Em cada extremidade de suas duas pernas há uma alça com sapatilha e algema, que são fixadas aos orifícios superiores da extremidade da prolonga. Na junção dessas duas pernas há uma sapatilha, onde é fixado o tirante ou cabo de âncora. (Figura 1-24).

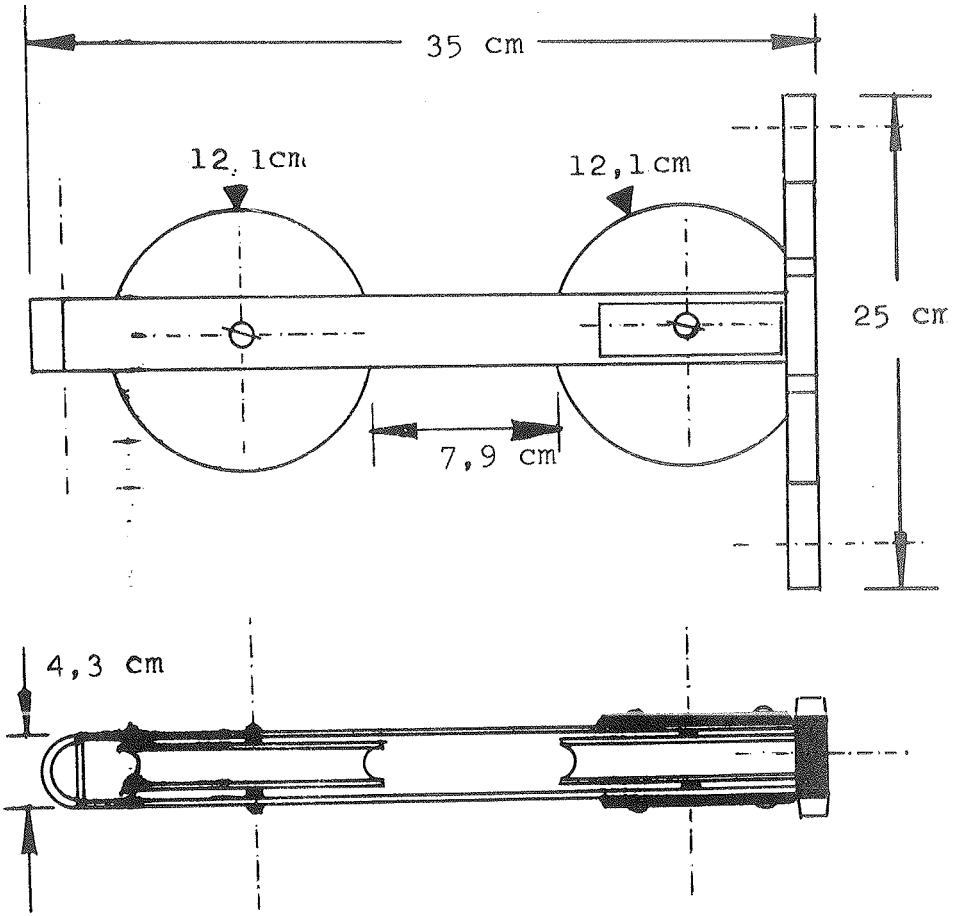


Figura 1-23. Aspectos de um trole.

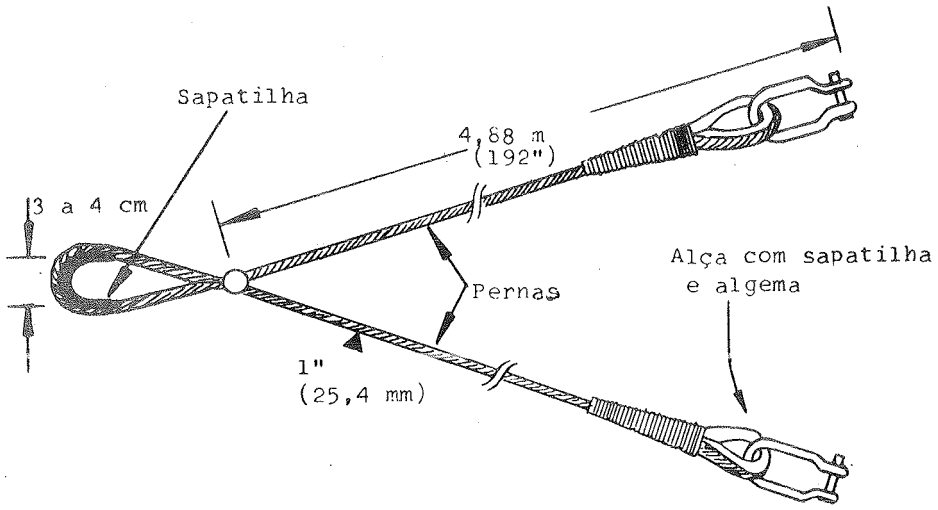


Figura 1-24. Laço

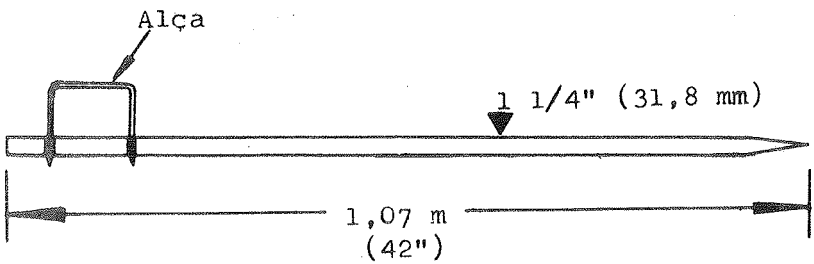


Figura 1-25. Estaca metálica

(26) Estacas metálicas — São peças de aço utilizadas em diversas situações, quer em peças ou pontos de ancoragem, quer com a finalidade de fixar os dormentes de pontes às soleiras, eliminando assim a possibilidade de deslizamento entre as partes. São utilizadas muitas vezes também em demarcações, como balizas. Possuem uma extremidade ponteaguda e a outra provida de uma alça. (Figura 1-25).

(27) Corrente de ancoragem — Peca de aço, de 3/4" (19,05 mm) utilizada na ancoragem de cabos em geral. Possui doze elos com carga de ruptura na ordem de 14.000 kg. É fixada ao solo por meio de nove estacas metálicas. (Figura 1-26).

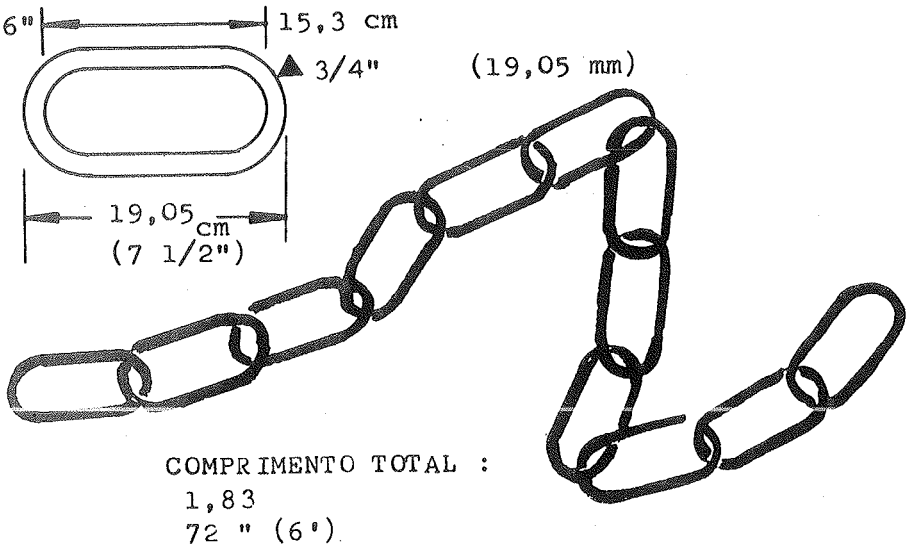


Figura 1-26. Corrente de ancoragem

(28) Âncoras — São peças de aço galvanizado utilizadas em sistemas de ancoragem e em sistemas de portadas volantes, visando neutralizar o efeito das falhas eventuais do sistema propulsor no caso das portadas. Seu peso é da ordem de 45,3 kg (100 lbs). (Figura 1-27)

(29) Transportador de roldanas — É um dispositivo que possibilita a utilização de portadas em navegação retida, com cabo(s)-guia de até 1" (25,4 mm) de diâmetro. Para maiores detalhes consultar o manual T 5-271. (Figura 1-28).

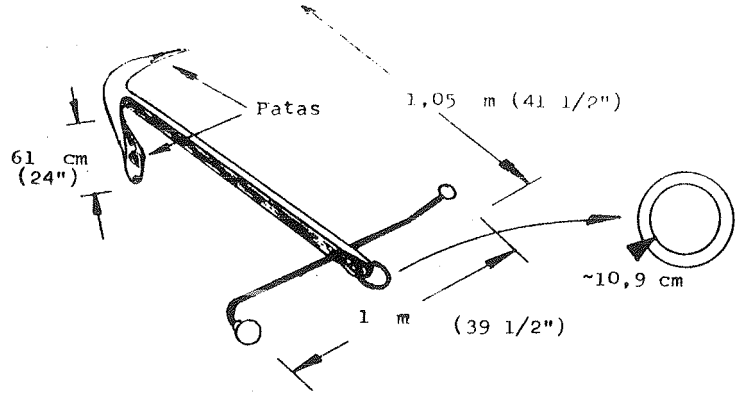


Figura 1-27. Âncora de 100 libras

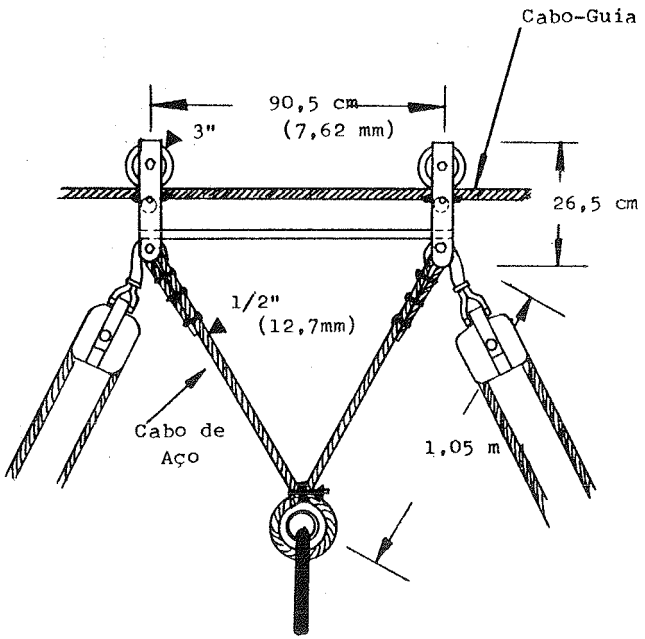


Figura 1-28. Transportador de roldanas

(30) Adaptador do suporte do motor de popa — É uma estrutura metálica que, usada aos pares, permite a fixação do suporte do motor de popa aos flutuadores inteiros, nas portadas. Constitui-se, basicamente, de uma viga tubular, na qual uma das extremidades possui um engate-luva que envolve a mesa superior do perfil da prolonga; na outra extremidade, há uma aba triangular vertical provida de dois orifícios, na qual é fixado o suporte do motor de popa propriamente dito; no centro da viga tubular existem duas abas colaterais, cuja função é ligá-la ao orifício superior da prolonga. As conexões do suporte do motor de popa ao adaptador do suporte do motor de popa são feitas por meio de pinos solidários ao primeiro. A conexão das abas colaterais ao orifício superior da prolonga é feita por meio de um pino a elas solidário. (Figura 1-29).

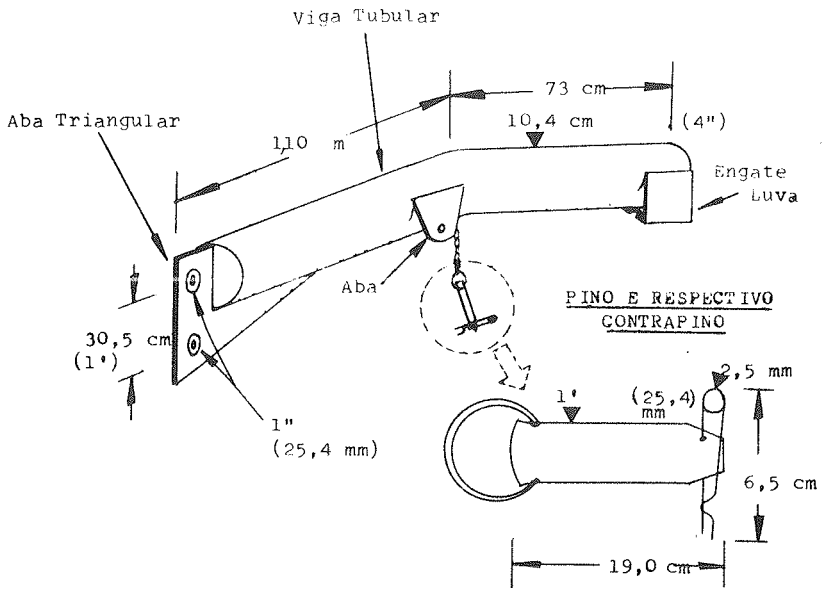


Figura 1-29. Adaptador do suporte do motor de popa

(31) Suporte do motor de popa — Constitui-se numa estrutura de metal e de madeira que suporta o motor de popa. Possui duas longarinas verticais que o conectam com o adaptador do suporte do motor de popa, por meio de pinos. Entre as longarinas há uma chapa de

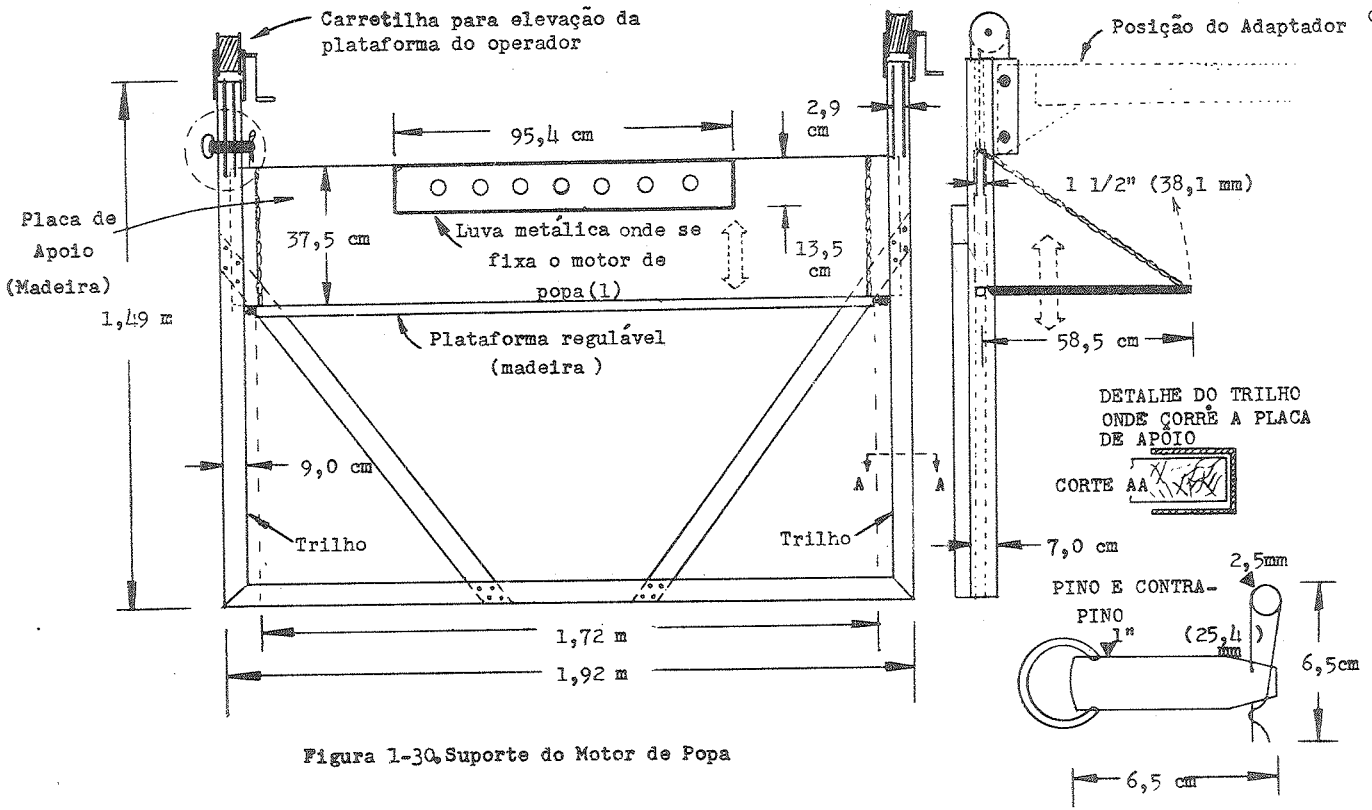


Figura 1-30 Suporte do Motor de Popa

madeira vertical, na qual se apoia o motor. Como proteção, o local da chapa de madeira na qual se fixa o propulsor é coberto com uma luva metálica. Também entre as duas longarinas, rotulada à chapa vertical, há uma plataforma de madeira horizontal, que serve como posto de pilotagem do propulsor. Esta plataforma pode ser içada e encostada à chapa vertical para facilitar o armazenamento e o transporte do componente. O conjunto chapa vertical – plataforma pode ser regulado nas longarinas (que possuem trilhos) de modo a possibilitar a utilização de motores de popa de diversos comprimentos. Esta regulagem constituída por içamentos e rebaixamentos é levada a cabo por meio de carretilhas fixadas nas extremidades superiores das longarinas. (Figura 1-30).

(32) Balaústre (corrimão) – É uma haste de duralumínio com encaixes de aço na extremidade, utilizada para balizar a via de portadas e pontes. Seu encaixe inferior presta-se a sua fixação às alças de transporte das vigas do rodapé. Ao encaixe superior adapta-se um cabo de manilha de 1/2" (12,7 mm) de diâmetro. (Figura 1-31).

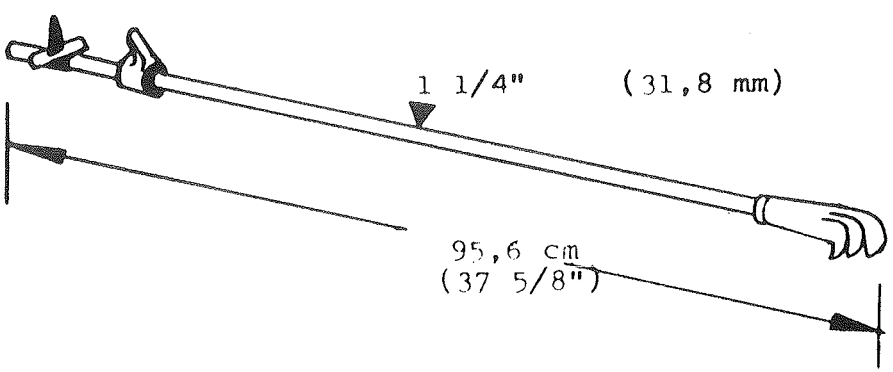


Figura 1-31. Aspecto do balaústre.

(33) Sinalizador – É o equivalente noturno do balaústre, pois sinaliza portadas e pontes durante a noite, através de emissão fraca de luz. É um dispositivo provido de bateria química, tendo vida útil de três anos. Para seu acionamento, deve ser dada uma pancada seca na sua base. Uma vez acionado é irreversível. (Figura 1-32).

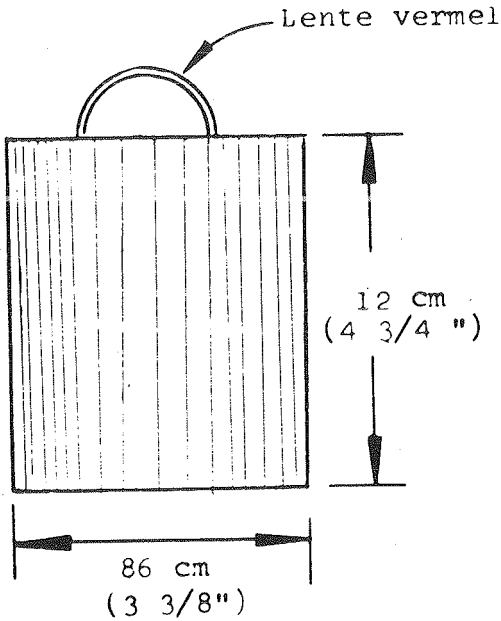


Figura 1-32. Sinalizador

(34) Fita reflexiva – É utilizada com a finalidade de sinalização noturna, tanto em portadas como em pontes. Sua coloração é amarela.

(35) Placa de madeira – É de madeira compensada e tem diversas utilizações.

(36) Saco de juta – É utilizado com areia, terra ou mesmo cascalho, para prover maior superfície de apoio nos encontros, sapatas de cavaletes, bases de torres de ancoragem até mesmo em pontos de ancoragem, como também em diversas outras situações.

c. **Equipamentos**– Neste subparágrafo serão tratados todos os componentes da equipagem classificados como equipamentos.

(1) Compressor de ar – Compressores de ar do tipo rotativo

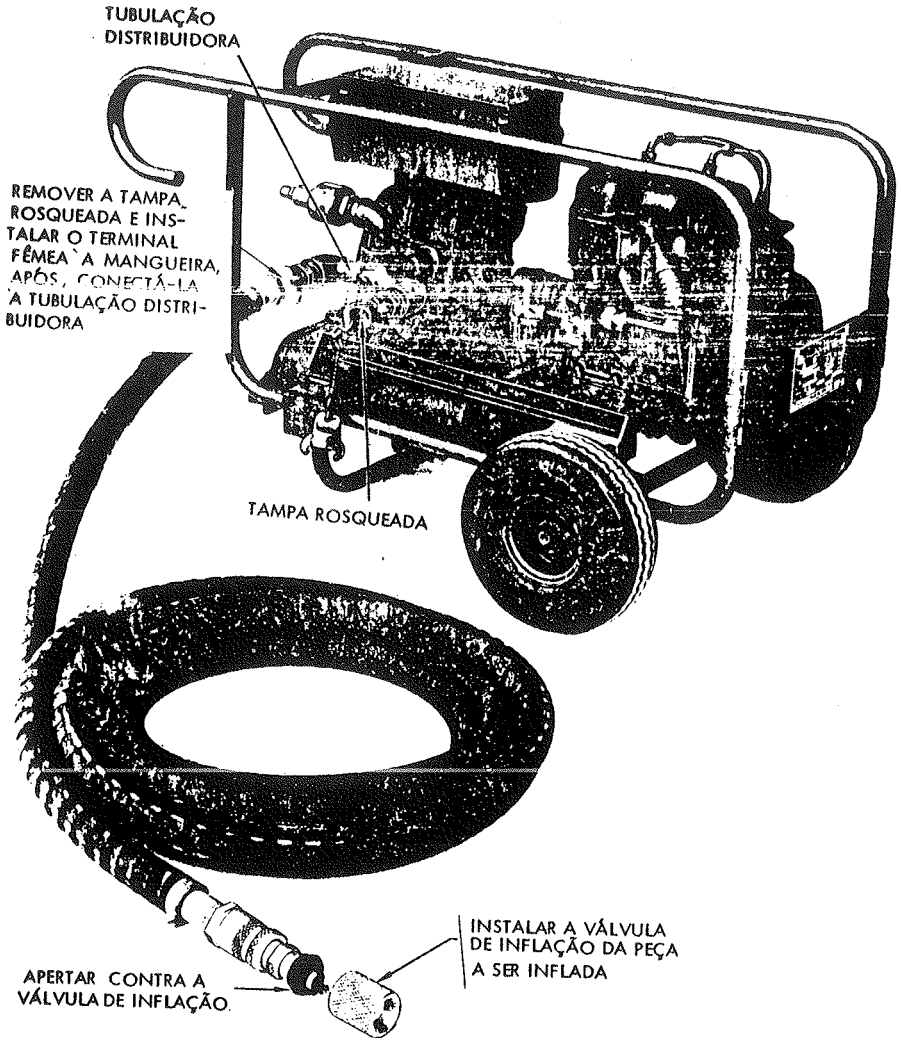
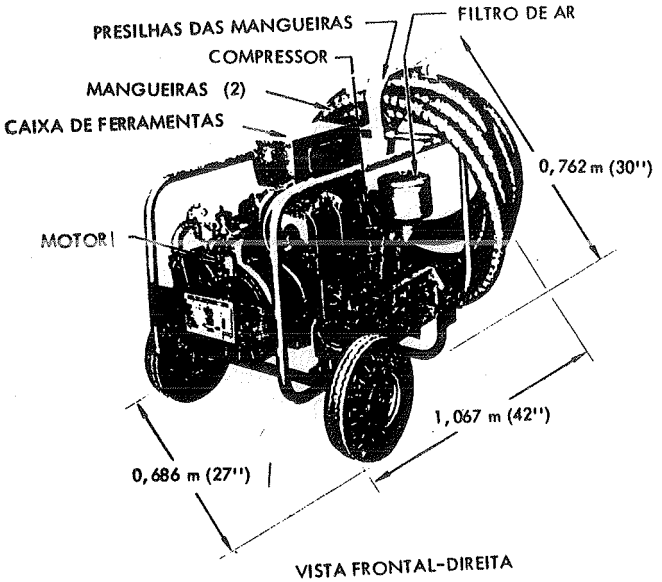


Figura 1-33. Compressor e motor.

acompanham a equipagem M4T6 para inflagem dos meios flutuadores e roletes de lançamento. O compressor é montado em uma aramação tubular tipo "carrinho de mão", com dois pneus para permitir movimento fácil. Bombeia 1,7 m^3 de ar por minuto a uma pressão de 0,45 kg/cm^2, girando a 3600 rpm. Seu motor de três HP é de dois cilindros a quatro

tempos e refrigerado a ar. Possui um reservatório para gasolina de aproximadamente 9,5 litros. Seu peso sem acessórios é de 73,84 kg (163 lbs). Acompanham-no duas mangueiras de 25 m. (Figuras 1-33 e 1-34).



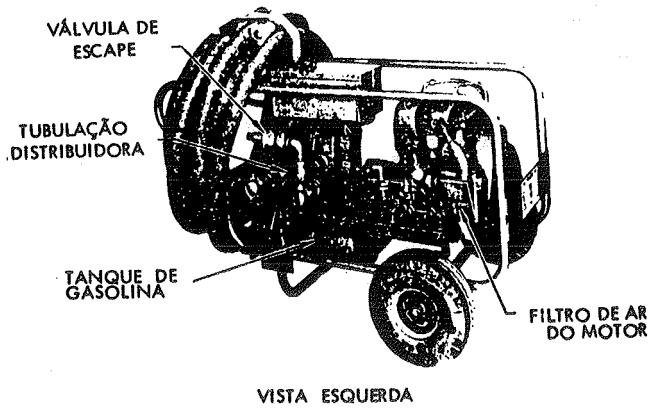
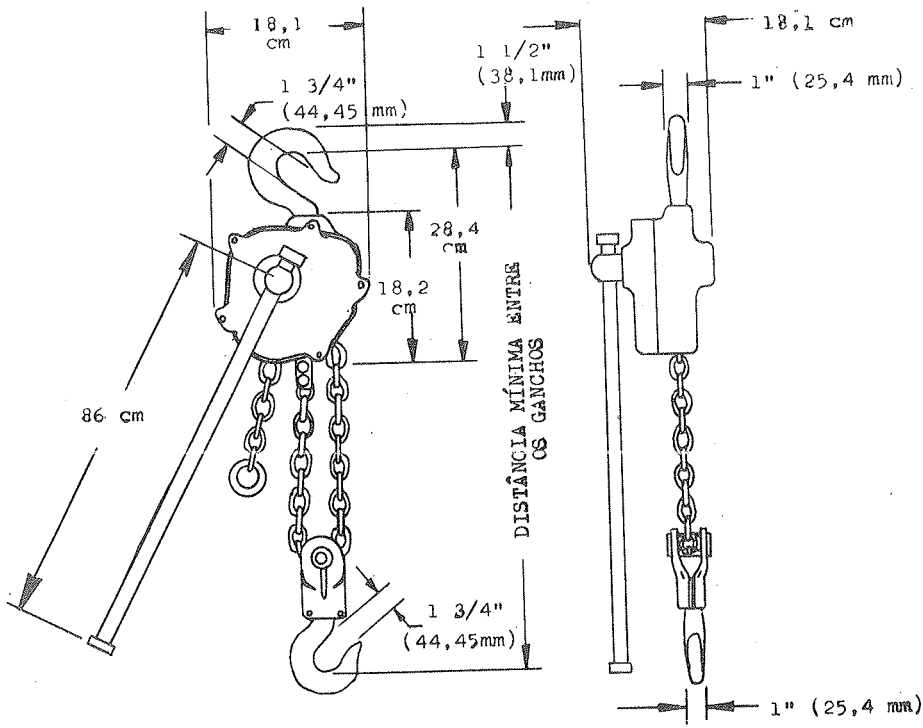


Figura 1-34. Compressor.

(2) Talha de alavanca — São aparelhos de força utilizados em ajuste dos chapéus dos cavaletes e em tesamentos de cabos de pequeno tracionamento. São providas de correntes de aço de 3/8" (9,52 mm) e, para o seu acionamento manual, possuem uma alavanca metálica que pode ser facilmente removida. Essas talhas, providas de um dispositivo de segurança, poderão ser utilizadas com cargas até 2 1/2 ton ou 5 ton, sendo possível, no primeiro caso, levantamentos de até 3,66 m (144") e no segundo, de até 1,83 m (72"). Para seu armazenamento e transporte são acondicionadas em caixas de madeira fornecidas com a equipagem (para duas talhas). (Figura 1-35).



CAPACIDADE (TONS)	DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE OS GANCHOS	MÁXIMO LEVANTAMENTO
2 1/2	52,1 cm	3,66 m
5	55,2 cm	1,83 m

Figura 1-35. Talha de alavanca e suas características.

(3) Macaco hidráulico — É um aparelho de força de 9,06 kg (20 lbs). É operado manualmente por meio de uma alavanca, sendo de 5 ton sua carga máxima de segurança. É utilizado em diversas situações, como por exemplo, no lançamento de pontes fixas (erguimento do tabuleiro para remoção das vigas auxiliares) e com o depressor de vigas.

(4) Depressor — Esta peça, em forma de viga, é utilizada unida ao macaco hidráulico para ajustar as vigas do tabuleiro nas travessas de enrijecimento a fim de serem colocados, com maior facilidade, os pinos nos engates machos das vigas. Em cada extremidade do depressor existem correntes de 3/8" (9,52 mm) providas de um gancho em uma de suas extremidades. Os ganchos são fixados às alças de transporte das vigas vizinhas àquela que será ajustada. As correntes podem ter seus comprimentos ajustados a determinados valores, por meio de um "entalhe" em "U" existente em cada extremidade do depressor. O depressor é unido ao macaco pelo próprio êmbolo hidráulico que se insere no encaixe inferior do depressor. Podem, assim, serem transportados conjuntamente, com o auxílio da alça de transporte solidária ao depressor. (Figura 1-36).

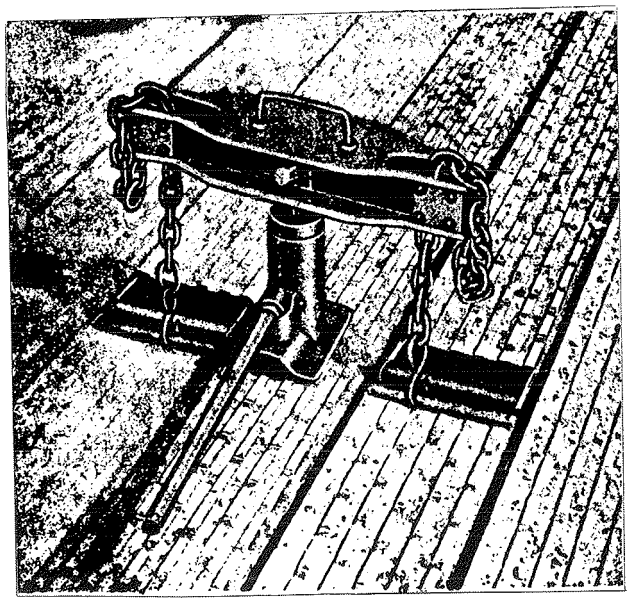


Figura 1-36. Macaco e depressor em utilização (acoplados).

(5) Estojo de reparos — É um estojo que contém equipamentos para consertos permanentes (no caso de furos, rasgões, etc.) do material pneumático (meios flutuadores e roletes de lançamento).

(6) Croque — É uma peça com uma extremidade de ferro galvanizado ligada a um cabo de madeira. Poderá tanto ser utilizada para auxiliar manobras de portadas ou de pontagem como também em remoções de entulhos e gelo de portadas e pontes.

(7) Calibrador de ar — É um instrumento utilizado na verificação da pressão dos meios flutuadores. Pode medir pressões de até 10 psi (0,703 kg/cm²), estando graduado de 1/2 em 1/2 psi (0,03 kg/cm²). Possui uma extremidade provida de um coxim de borracha que facilita sua adaptação às válvulas de meios flutuadores.

(8) Bolsa para ferramentas — É utilizada tanto para condicionamento ou transporte de ferramentas em geral como para movimentações destas pequenas peças no canteiro de trabalho. Para maior facilidade de manuseio, essa bolsa de pano de algodão possui duas alças, sendo fechada por meio de correias afiveladas.

(9) Martelo de bola — Utilizado com diversas finalidades, possui uma cabeça de 0,68 kg (1,5 lbs) e cabo de fiber glass.

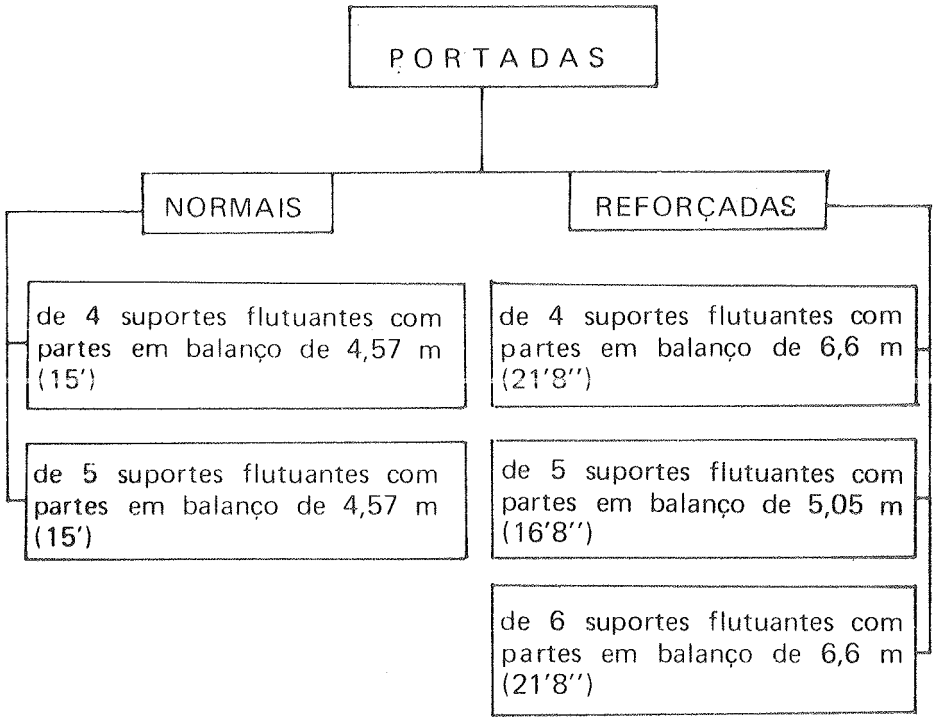
ARTIGO II

PORTADAS

1-5. GENERALIDADES

Por suas características geométrico-estruturais, os componentes da equipagem M4T6 possibilitam a montagem de inúmeros tipos de portadas. Entretanto, na prática, apenas alguns tipos são efetivamente montados e utilizados, porque atendem perfeitamente às mais variadas condições de transposição. Esses serão abordados neste artigo e encontram-se apresentados pelo organograma da Figura 1-37. Quanto ao sistema propulsor das portadas M4T6, qualquer um dos abaixo relacionados poderá ser utilizado:

— com motores de popa
— com embarcação de manobra
— processo volante
— com conjunto transportador



Observação: poderão também ser montadas partes em balanço de 7,11 m (23'8").

Figura 1-37. Esquema geral das portadas que serão abordadas.

1-6. DESCRIÇÃO, CAPACIDADE E POSSIBILIDADE

a. Este parágrafo apresenta uma descrição suscinta de algumas portadas construídas com a equipagem M4T6. As capacidades definidas (tabeladas) em termos de classe, velocidade de correnteza e tipo de travessia conduzem a escolhas e utilizações mais acertadas. Além disso, são fornecidas as possibilidades para até cinco equipagens. O suporte flutuante para pontes e portadas é aparelhado segundo a tabela 1-1.

b. Tanto podem ser usados adaptadores de sela normais como de fechamento, isso em função do tipo de portada. O vigamento do tabuleiro, que se apoia diretamente sobre as travessas de enrijecimento

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
Painel de sela	8
Painel da prolonga	2
Travessa de sela	2
Secção central (por travessa)	1
Secção de extremidade (por travessa)	2
Prolonga	4
Adaptador de sela normal ou de fechamento	2
Travessa de enrijecimento	2
Adaptador de rodapé	4

Tabela 1-1. Peças constituintes da sela de um suporte flutuante.

de cada flutuador, consiste de vigas normais e curtas ou afiladas (ou chanfradas), as duas últimas,dependendo do comprimento da parte em balanço, que pode ser de 4,57 m (15'), 5,05 m (16'8"), 6,6 m (21'8") ou 7,11 m (23'8"). Possui 22 vigas de largura, sendo 18 correspondentes à via de rolamento. Nas extremidades de cada parte em balanço, estão fixadas quatro rampas para portada, de tal modo que, de cada lado da via existe uma fresta correspondente à falta de uma viga, assegurando, deste modo, que as viaturas entrem na portada alinhadas. Além do tabuleiro acima descrito, as portadas reforçadas, com exceção da de quatro flutuadores, apresentam vigas normais fixadas externamente ao tabuleiro, junto às partes em balanço, com a finalidade de enrijecer o tabuleiro.

c. Com relação ao sistema propulsor, os motores de popa, quando empregados, são instalados sobre os respectivos suportes adaptados às extremidades dos flutuadores sendo, no conjunto, simétricos ao eixo transversal das portadas. O outro sistema consiste de embarcações de manobra ou mesmo botes equipados com motores de popa, que empurram a portada, sendo a ela fixados por meio de cabos de manilha. O ponto de contato portada-embarcação de manobra, tanto poderá ser um suporte de motor de popa como uma viga normal fixada às travessas de sela de suportes flutuantes adjacentes por meio de cabos ou amarras (Figura 1-38). Em ambos os sistemas, o número de situações possíveis é bastante grande. Porém, como as características são sempre as mesmas, são apresentados apenas alguns exemplos (Figura 1-39 a 1-43), como ilustração.

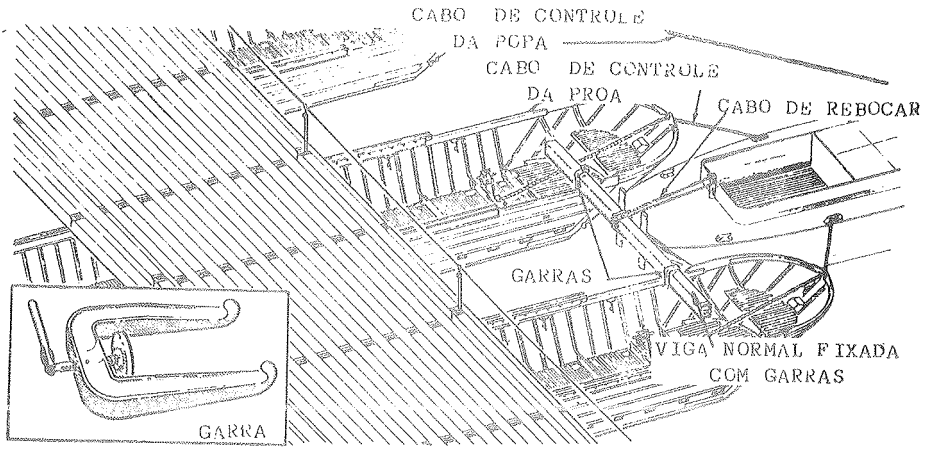


Figura 1-38. Detalhe do "ponto de contato" entre embarcação de manobra e portada (com viga normal) (no caso, a título de exemplo, aplicado a portada M4).

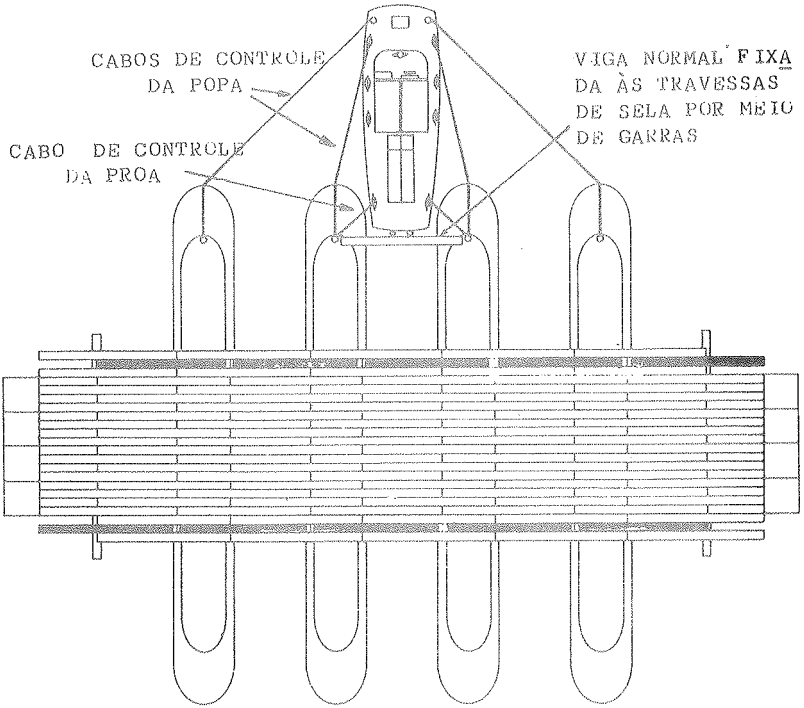


Figura 1-39. Exemplo de conexão de uma embarcação de manobra a uma portada normal de 4 suportes flutuantes (no caso, a título de exemplo, uma M4).

d. A sinalização de portadas é feita com balaústres fixados nas articulações das vigas que constituem o rodapé unidos por um cabo de manilha de 1/2" (12,7 mm) de diâmetro. À noite, também podem ser utilizados sinalizadores ou fitas refletoras

e. As capacidades das portadas são apresentadas na tabela 1-2; para sua melhor visualização é apresentado um gráfico cartesiano na Figura 1-44.

f. O número de portadas que pode ser montado com até 5 equipagens é apresentado na tabela 1-3.

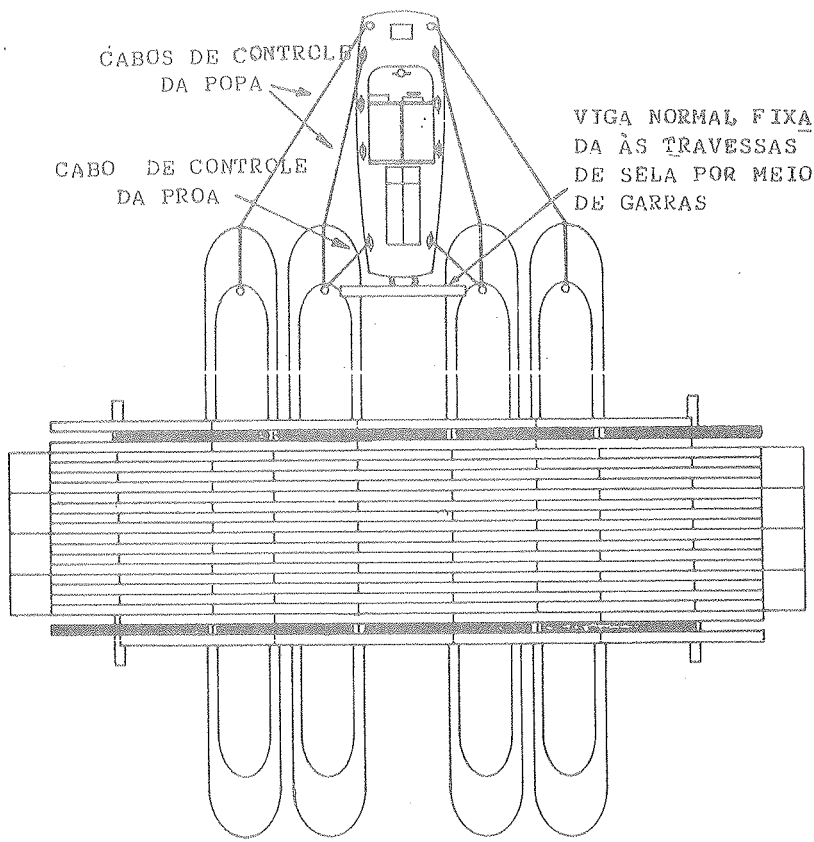


Figura 1-40. Exemplo de conexão de uma embarcação de manobra a uma portada reforçada de 4 suportes flutuantes (no caso, a título de exemplo, uma M4).

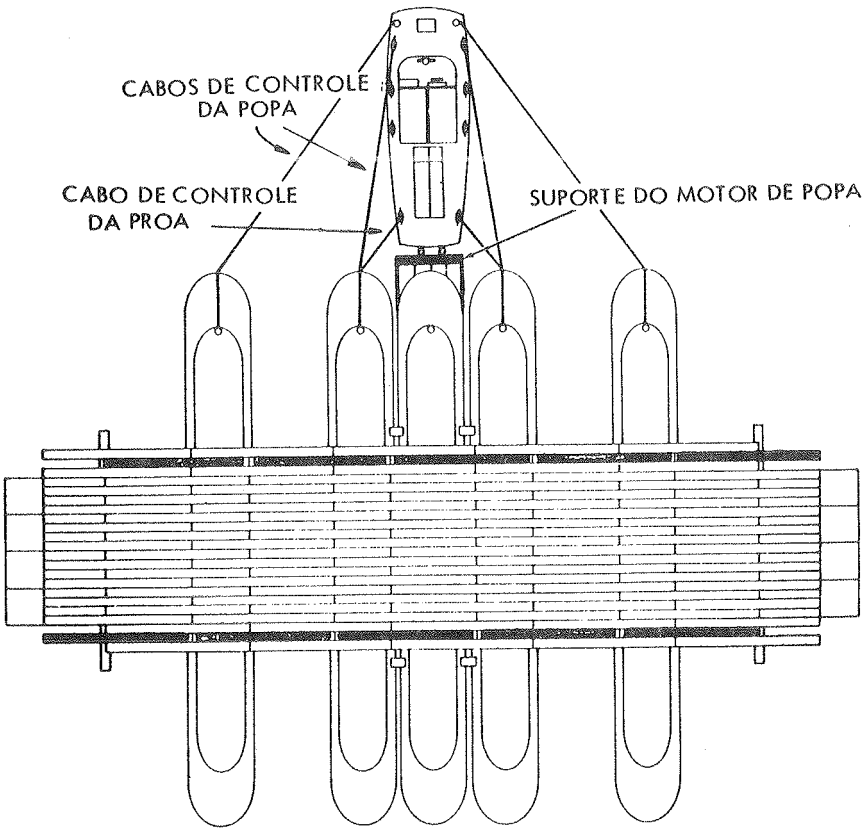


Figura 1-41. Exemplo de conexão de uma embarcação de manobra a uma portada reforçada de 5 suportes flutuantes (no caso, a título de exemplo, uma M4).

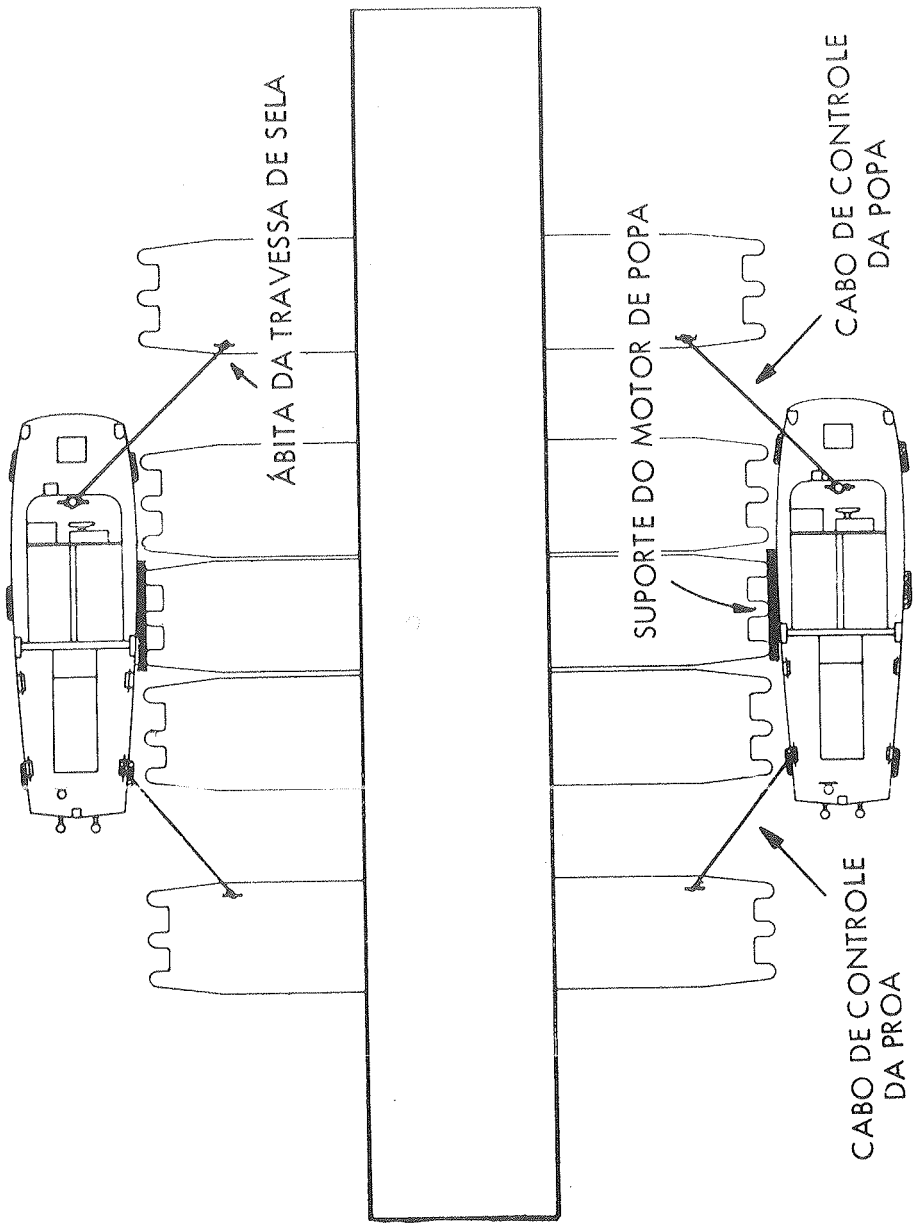


Figura 1-42. Exemplo de conexão de duas embarcações de manobra a uma portada reforçada de 5 suportes flutuantes (no caso, a título de exemplo, uma portada de super-estrutura de aço, classe 60).

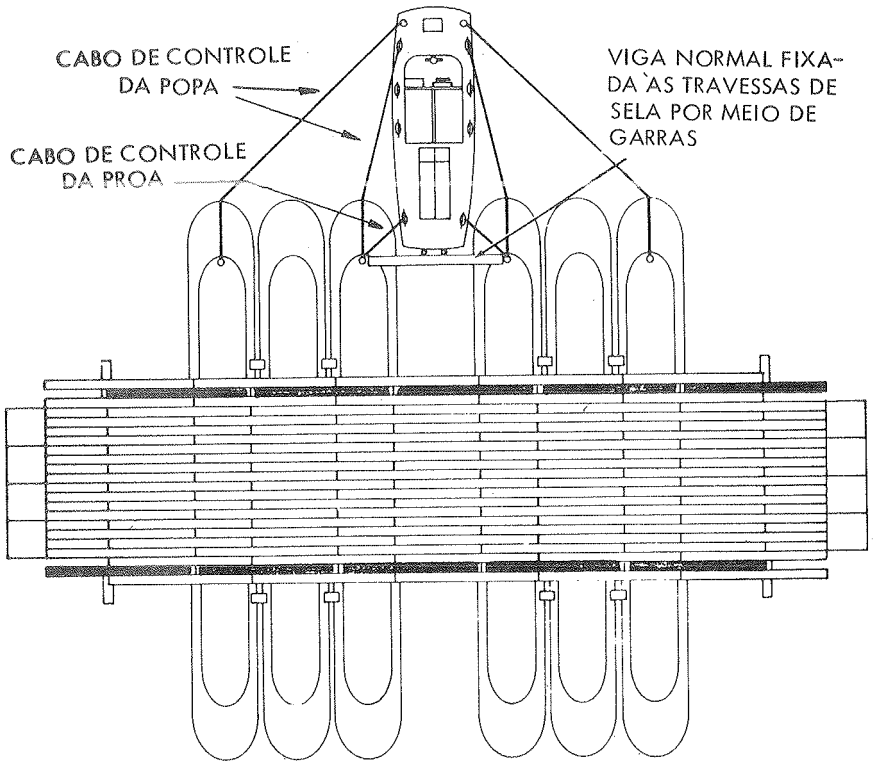


Figura 1-43. Exemplo de conexão de uma embarcação de manobra a uma portada reforçada de 6 suportes flutuantes (no caso, a título de exemplo, uma M4).

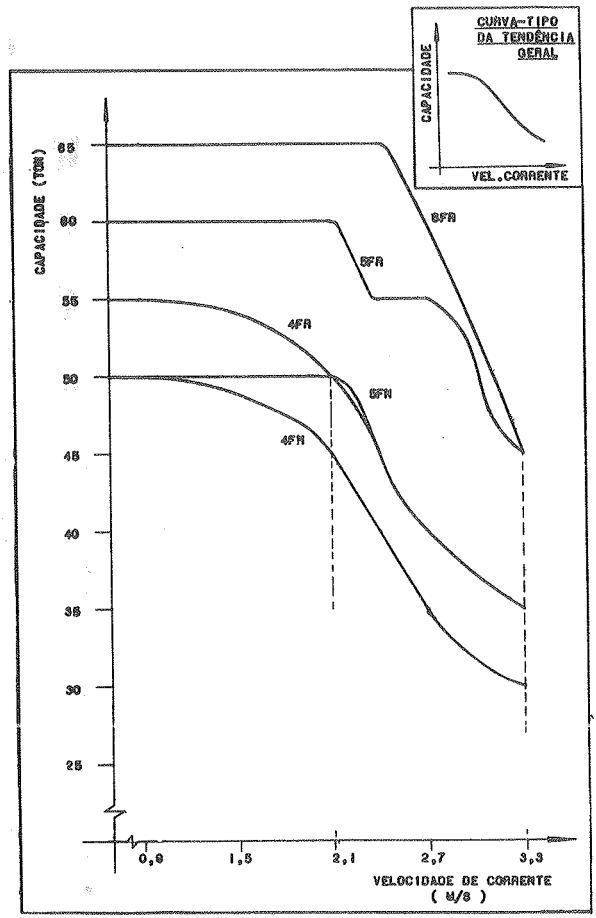
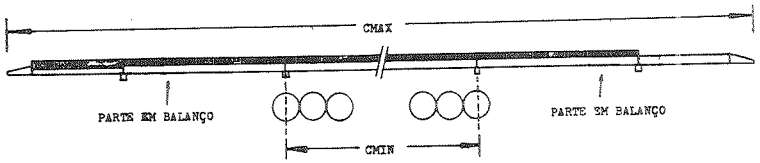


Figura 1-44. O diagrama apresenta o aspecto gráfico do relacionamento matemático em termos de capacidade x velocidade de corrente, para o caso particular (a título de exemplo) de viaturas sobre rodas realizando a transposição descontínua em regime de segurança.

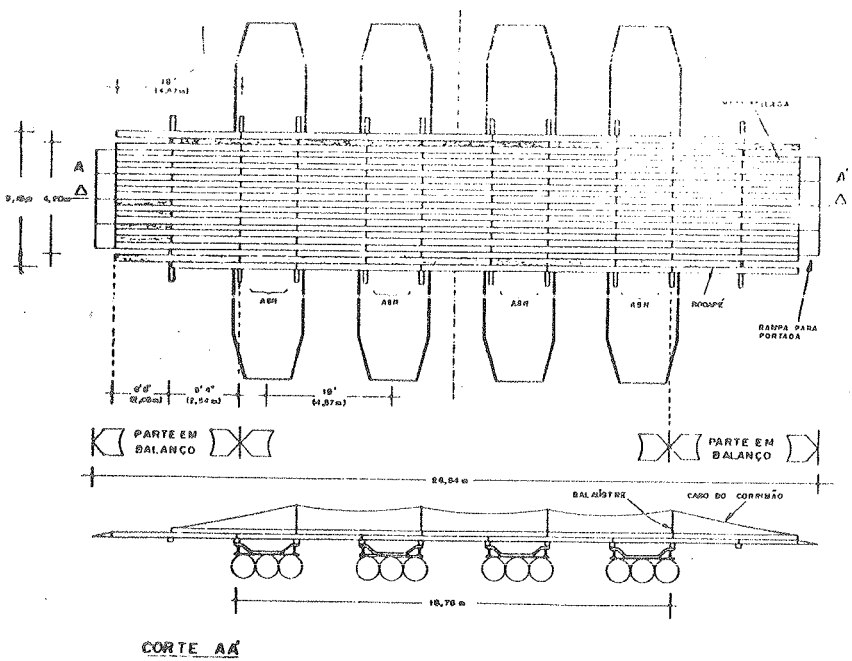
LEGENDA:– 4FN – Portada normal de 4 suportes flutuantes
5FN – Portada normal de 5 suportes flutuantes
4FR – Portada reforçada de 4 suportes flutuantes
5FR – Portada reforçada de 5 suportes flutuantes
6FR – Portada reforçada de 6 suportes flutuantes.

TABELA 1-2. CAPACIDADE DAS PORTADAS



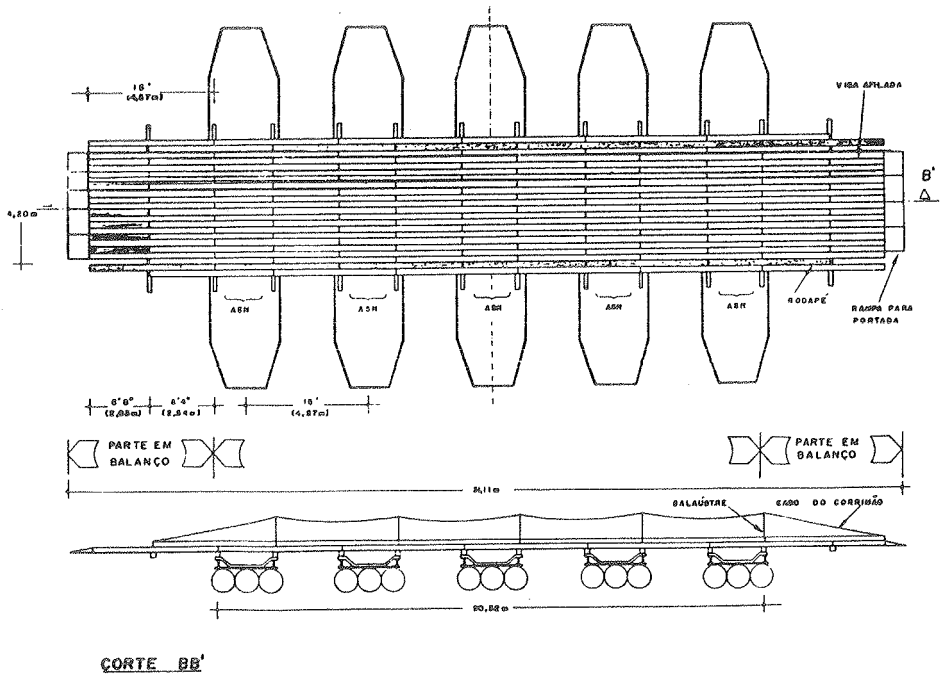
TIPO DA PORTADA	CMAX (m)	CMIN (m)	TRAVESSIA COM SEGURANÇA					TRAVESSIA COM RISCO				
			VELOCIDADE DE CORRENTE (m/s)									
			0-0,9	2,1	2,4	2,7	3,3	0-0,9	2,1	2,4	2,7	3,3
PORTADA NORMAL DE 4 SUPORTES FLUTUANTES	26,54	15,75	(50) 55	(45) 50	(40) 45	(35) 40	(30) 35	(60) 65	(55) 60	(50) 55	(45) 50	(35) 40
PORTADA NORMAL DE 5 SUPORTES FLUTUANTES	31,11	20,32	(50) 55	(50) 55	(45) 50	(40) 45	(35) 40	(60) 65	(60) 65	(55) 60	(50) 55	(45) 50
PORTADA REFORÇADA DE 4 SUPORTES FLUTUANTES	26,54	11,68	(55) 60	(50) 55	(45) 50	(40) 45	(35) 40	(65) 70	(60) 65	(55) 60	(50) 55	(45) 50
PORTADA REFORÇADA DE 5 SUPORTES FLUTUANTES	27,05	15,24	(60) 65	(60) 65	(55) 60	(55) 60	(45) 50	(70) 75	(70) 75	(65) 70	(65) 70	(55) 60
PORTADA REFORÇADA DE 6 SUPORTES FLUTUANTES	31,11	16,26	(65) 70	(65) 70	(65) 70	(60) 65	(45) 50	(75) 80	(75) 80	(75) 80	(70) 75	(55) 60

OBSERVAÇÕES:
– OS VALORES ENTRE PARÊNTESES REPRESENTAM A CLASSE DE VIATURAS SOBRE RODAS; OS VALORES ABAIXO, A CLASSE DE VIATURAS SOBRE LAGARTAS.
– SUPÕE-SE AS CARGAS CENTRADAS LATERAL E LONGITUDINALMENTE NO TABULEIRO E PRESSÃO NOS MEIOS FLUTUADORES DE 2 PSI (0,14 KG/CM^2).



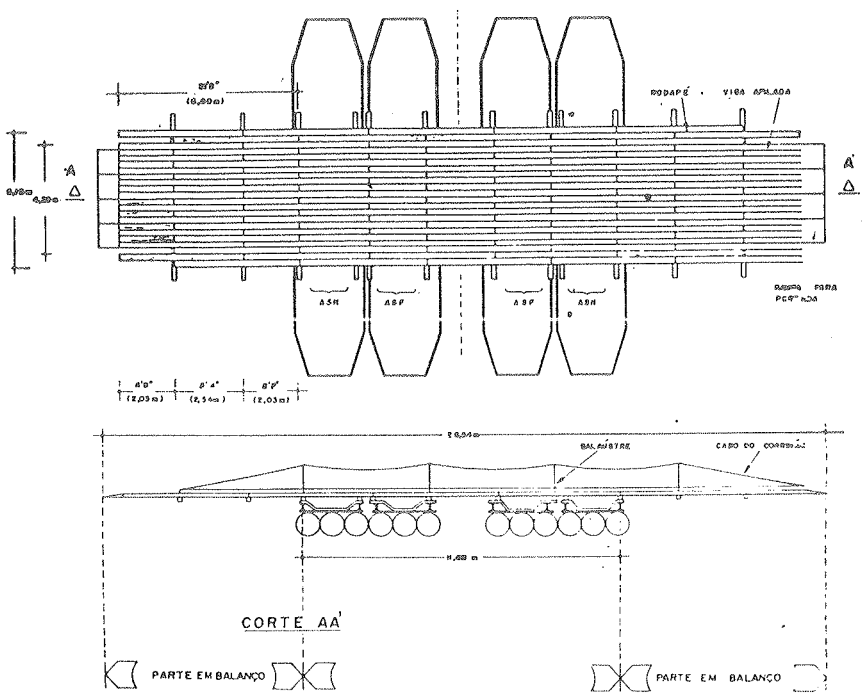
CORTE AA'

Planta 1-1. Planta baixa e corte da portada normal de 4 suportes flutuantes

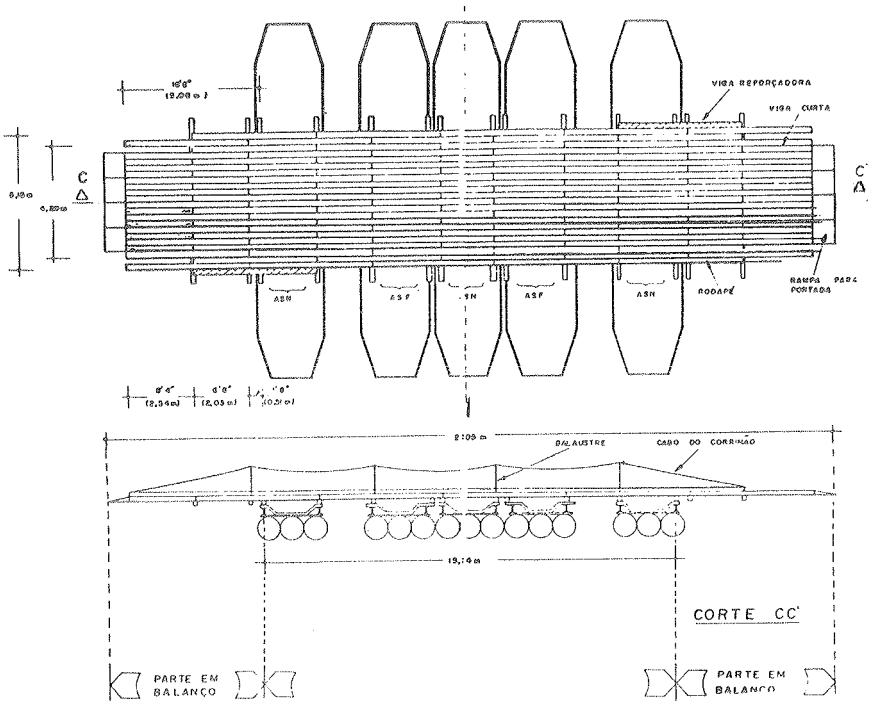


CORTE BB'

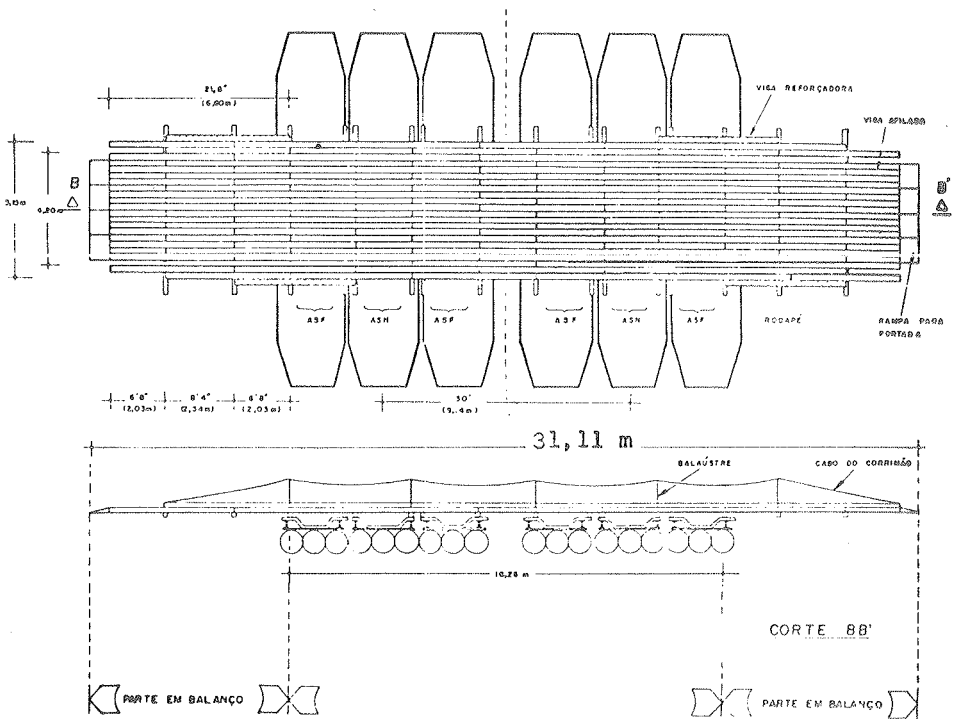
Planta 1-2. Planta baixa e corte da portada normal de 5 suportes flutuantes



Planta 1-3. Planta baixa e corte da portada reforçada de 4 suportes flutuantes



Planta 1-4. Planta baixa e corte da portada reforçada de 5 suportes flutuantes



Planta 1-5. Planta baixa e corte da portada reforçada de 6 suportes flutuantes

TIPO DE PORTADA	NÚMERO DE EQUIPAGENS				
	1	2	3	4	5
Portada normal de 4 suportes flutuantes	2	4	6	8	10
Portada normal de 5 suportes flutuantes	1	3	5	7	8
Portada reforçada de 4 suportes flutuantes	2	4	6	8	10
Portada reforçada de 5 suportes flutuantes	1	3	5	6	8
Portada reforçada de 6 suportes flutuantes	1	2	3	4	5

Tabela 1-3. Possibilidades quanto a portadas (em unidades) em função do número de equipagens.

Observações: — Com exceção de portadas reforçadas, a falta de adaptadores de sela normais não limita o número de portadas possíveis, pois podem ser substituídos por adaptadores de fechamento.

1-7. PLANEJAMENTO

Este parágrafo apresenta as atividades de planejamento técnico de portadas realizado à retaguarda, supondo escolhido o tipo de portada.

ATENÇÃO

No planejamento das portadas, os seguintes dados levantados pela turma de reconhecimento, devem ser disponíveis:

— velocidade de corrente
— área disponível para o canteiro de trabalho.

a. Dimensionamento do sistema propulsor

(1) Motores de popa — O número de motores de popa depende da velocidade de corrente, do peso total da portada (com carga) e da velocidade com que se quer propelí-la. Como orientação, a experiência aconselha um mínimo de 4 motores de popa de 25 HP para a propulsão de uma portada de 4 suportes flutuantes. Além desses, motores de popa

extras devem ser previstos (inclusive instalados posteriormente na portada), para serem utilizados quando houver falha de algum deles.

(2) Embarcações de manobra — Assim como os motores de popa, seu número depende dos mesmos fatores apresentados anteriormente. A experiência aconselha, na tabela 1-5, uma ou duas opções para cada faixa de velocidade de corrente e tipo de portada.

b. **Material** — O material necessário para a montagem das portadas está relacionado nas tabelas 1-7 e 1-8, além do que, deverá ser previsto o material e o equipamento do sistema propulsor, dependendo da escolha feita, segundo as tabelas 1-9 e 1-10

c. **Pessoal** — Para a montagem de qualquer um dos tipos de portadas apresentadas, o efetivo necessário e os destacamentos de trabalho são os apresentados na tabela 1-11. As tarefas de cada destacamento são as seguintes (na ordem de execução):

(1) Destacamento de suportes flutuantes:

(a) Preparar os compressores de ar;

(b) Posicionar os roletes de lançamento desinflados nos locais de montagem;

(c) Colocar os meio-flutuadores sobre os roletes, conectá-los e inflá-los;

(d) Unir os roletes, antes do lançamento dos flutuadores;

(e) Reaver os roletes após cada lançamento.

(2) Destacamento de montagem da sela:

(a) Descarregar o material da sela, os flutuadores e os roletes de lançamento;

(b) Montar a estrutura da sela sobre o flutuador;

(c) Lançar o flutuador.

(3) As tarefas dos dois destacamentos apresentadas acima são interdependentes, estando melhor esquematizadas na Figura 1-45.

(4) Destacamento de montagem da portada:

(a) Descarregar as vigas do tabuleiro;

(b) Montar a portada.

(5) Canteiro de trabalho — Para a montagem de uma portada sugere-se o canteiro de trabalho da Figura 1-46, com apenas um local de montagem. Quando um maior número de portadas for necessário, o canteiro poderá ser melhorado, quer instalando-se transportador de rolos ou rodas para montagem em série de suportes flutuantes (Figura 1-47), quer prevendo diversos locais de montagem unidos entre si por estradas. Se os suportes flutuantes forem montados à retaguarda, o maior número de locais de lançamento possível deverá ser previsto.

(6) Tempo — O tempo necessário para a montagem de meios descontínuos de transposição, no caso portadas M4T6, pode ser alterado por qualquer um dos seguintes fatores, onde nenhum é constante em todas as situações táticas:

(a) Quantidade de vias de acesso;

(b) Volume de trabalho necessário para a preparação do canteiro de trabalho;

(c) Tipo de propulsão adotado;

(d) Nível de treinamento e estado físico da tropa;

(e) Efetivos disponíveis;

(f) Intensidade da interferência de comandos inimigos;

(g) Necessidade de montagem à noite;

(h) Não são computados: os tempos de preparação das vias de acesso e do canteiro de trabalho, o tipo de propulsão adotado e a intensidade de interferência inimiga. A tropa é considerada treinada, em boas condições físicas e com efetivo suficiente para formar os destacamentos de montagem necessários. As tarefas são consideradas realizadas à luz do dia e sob correntezas médias de 1,5 m/s. Com base nas considerações acima, a tabela 1-4 apresenta uma análise dos tempos para a montagem de uma secção composta de um flutuador com a sela e o respectivo vigamento.

OPERAÇÃO	TEMPO MÉDIO	MELHOR TEMPO
Desenrolar, conectar e inflar 2 meios flutuadores	9	8
Montar a sela sobre o flutuador e lançá-lo à água	17	13 1/2
Instalação do tabuleiro de 22 vigas sobre a sela	9	8

Tabela 1-4. Tempos de montagem de uma secção (flutuador + sela + vigamento)

Observações: — A inflação dos flutuadores é feita com um compressor de capacidade igual a 6 m^3/min (210 pcm), capacidade ótima, visto que, com o ritmo por ele induzido, nenhum destacamento permanecerá periodicamente ocioso. Portanto, o compressor de equipagem (1,7 m^3/min) não é o ideal, impossibilitando operações coordenadas.

— No item pessoal deste planejamento, o diagrama de blocos da Figura 1-45 apresenta uma imagem dinâmica das distribuições de tempo citados na Tabela 1-11 exceto quanto à instalação do tabuleiro de 22 vigas. Através do referido diagrama, é possível constatar que, após 26 minutos do início da montagem, o primeiro suporte flutuante aparelhado poderá ser lançado à água, onde receberá o vigamento. A partir de então, a intervalos de 9 minutos, outros suportes serão lançados sucessivamente.

— A utilização de meios auxiliares mecânicos como guinhcos, por exemplo, poderá reduzir sensivelmente os tempos previstos relativos à montagem manual.

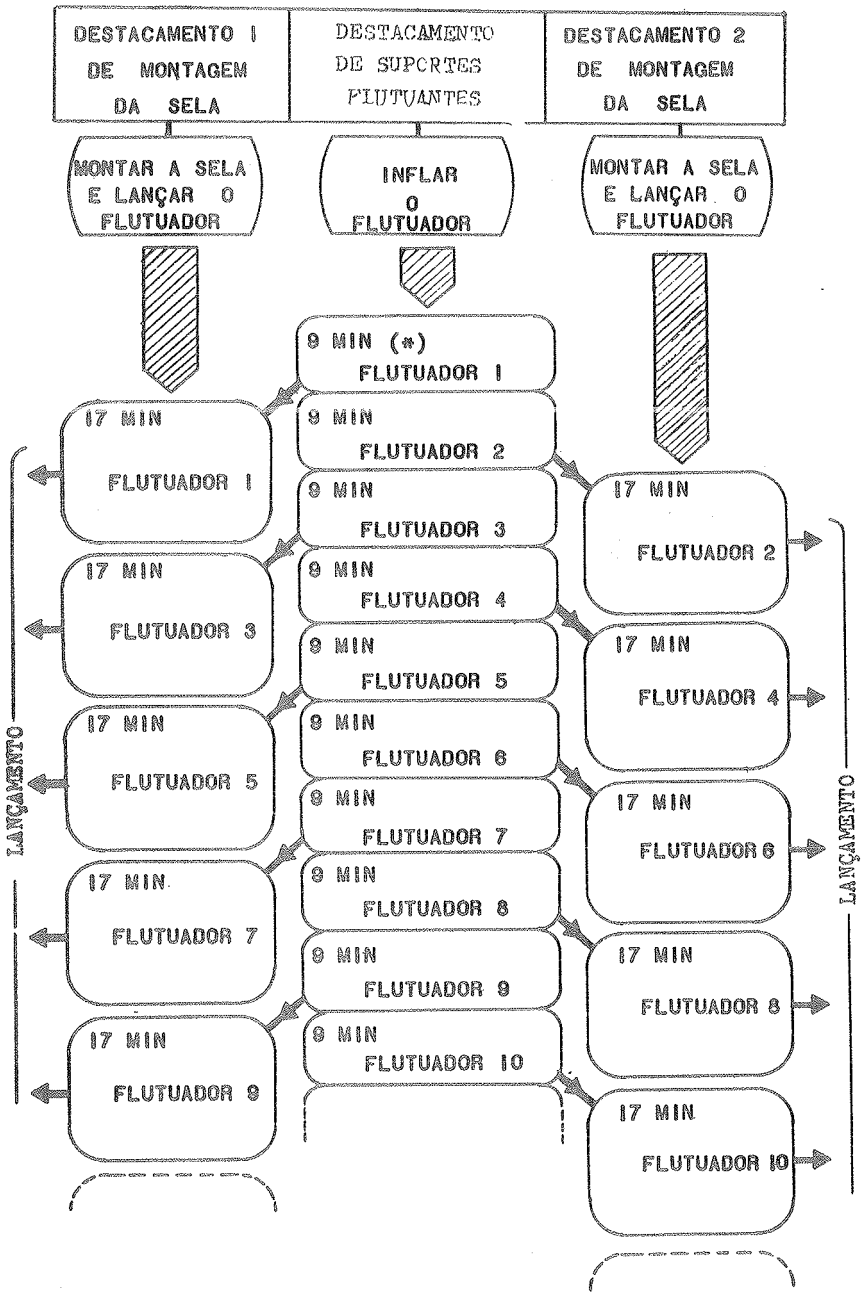


Figura 1-4 5. Inter-relacionamento das tarefas dos destacamentos da suporte flutuante e de montagem da sela.

TABELA 1-5. NECESSIDADES DE PROPULSÃO (QUANTO À EMBARCAÇÕES DE MANOBRA) PARA PORTADAS

VELOCIDADE DA CORRENTE ATÉ... (m/s)	TIPO DE PORTADA				
	NORMAL DE 4 SUPORTES FLUTUANTES	NORMAL DE 5 SUPORTES FLUTUANTES	REFORÇADA DE 4 SUPORTES FLUTUANTES	REFORÇADA DE 5 SUPORTES FLUTUANTES	REFORÇADA DE 6 SUPORTES FLUTUANTES
1,2	1x27' OU 1x19'	1x27' OU 1x19'	1x27' OU 1x19'	1x27' OU 1x19'	1x27' OU 1x19'
1,5	1x27'	1x27'	1x27'	1x27'	1x27'
2,1	2x27' OU 3x19'	2x27' OU 3x19'	2x27' OU 3x19'	2x27' OU 3x19'	2x27' OU 3x19'
2,4	2x27'	3x27' OU 1x19' + 2x27'	2x27'	3x27' OU 1x19' + 2x27'	3x27' OU 1x19' + 2x27' (*).
2,7	3x27' OU 1x19' + 2x27'	3x27'	3x27' OU 1x19' + 2x27'	3x27'	3x27'
3,3	4x27'	5x27'	4x27'	5x27'	5x27'

OBSERVAÇÕES:

- O PRIMEIRO NÚMERO INDICA A QUANTIDADE DE EMBARCAÇÕES DE MANOBRA E O SEGUNDO SEU TIPO
- OS VALORES ACIMA SÃO VÁLIDOS TANTO PARA TRAVESSIAS C/SEGURANÇA COMO COM RISCO (COM EXCESSÃO DE UM CASO, INDICADO POR UM ASTERISCO). BASEIAM-SE EM PROPELIR AS PORTADAS DE 0,3 A 0,6 m/s MAIS RÁPIDO QUE O VALOR DA CORRENTE INDICADA
- AS EMBARCAÇÕES DE MANOBRA DE 27' E 19' POSSUEM RESPECTIVAMENTE 184 HP E 90 HP (A 3.200 RPM).
- UMA EMBARCAÇÃO DE MANOBRA DE 27' PODE SER SUBSTITUIDA POR DUAS DE 19' EM TRAVESSIAS INSEGURAS APENAS (*)NÃO É VÁLIDO PARA TRAVESSIAS COM RISCO

TIPO DE PORTADA	PESO TOTAL DA PORTADA (KG)
Portada normal de 4 suportes flutuantes	25.363
Portada normal de 5 suportes flutuantes	30.563
Portada reforçada de 4 suportes flutuantes	25.560
Portada reforçada de 5 suportes flutuantes	28.776
Portada reforçada de 6 suportes flutuantes	33.960

Tabela 1-6. Peso total das portadas (para auxiliar na escolha da propulsão).

TABELA 1-7. MATERIAL NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM DE PORTADAS

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE				
	Portada normal de 4 suportes flutuantes	Portada normal de 5 suportes flutuantes	Portada reforçada de 4 suportes flutuantes	Portada reforçada de 5 suportes flutuantes	Portada reforçada de 6 suportes flutuantes
MEIO FLUTUADOR	8	10	8	10	12
BARRA DE CONEXÃO	12	15	12	15	18
PAINEL DE SELA	32	40	32	40	48
PAINEL DA PROLONGA	8	10	8	10	12
TRAVESSA DE SELA					
SEC. CENTRAL	8	10	8	10	12
SEC. DE EXTREM.	16	20	16	20	24
PROLONGA	16	20	16	20	24
ADAPTADOR DE SELA NORMAL	8	10	4	6	4
ADAPTADOR DE SELA DE FECHAMENTO	–	–	4	4	8
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO	10	12	12	14	16
ADAPTADOR DE RODAPÉ (*)	20	24	24	28	32
VIGA NORMAL	110	132	110	112	136
VIGA CURTA	–	–	–	16	–
VIGA AFILADA	16	16	16	–	16
RAMPA PARA PORTADA	8	8	8	8	8
ÂNCORA	4	4	4	5	6
BALAÚSTRE (CORRIMÃO)**	8	10	8	8	10
BLOCO TRAPEZOIDAL (***)	32	40	32	40	48

OBSERVAÇÕES:
(*) FOI CONSIDERADO INSTALADO EM TODAS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO.
(**) NÃO FOI CONSIDERADO INSTALADO NAS EXTREMIDADES DO RODAPÉ.
(***) SOMENTE NECESSÁRIO SE O SUPORTE FLUTUANTE FOR MONTADO À RETAGUARDA.

Material
Cabo de Manilha, sinalizador, fita refletora,
Equipamentos
Compressor de ar, extensão de mangueira para compressor de ar, válvula de inflação — deflação, calibrador de ar, rolete de lançamento, alavanca depressora, macaco hidráulico, depressor, croque, embarcação de manobra, bote, estojo de reparos, salva-vidas, linga (*), barra de transporte (*), guincho.

Tabela 1-8. Outros materiais e equipamentos para portadas.

Observações:

(*) Somente se houver disponibilidade de guindaste.

Material
Adaptador do suporte do motor de popa, suporte do motor de popa.
Equipamentos
Motor de popa

Tabela 1-9. Material e equipamento do sistema propulsor (motores de popa).

Material
Adaptador de popa para o empurrador e suporte do motor de popa ou viga normal e garra, cabo de manilha
Equipamentos
Embarcação de manobra

Tabela 1-10. Material e equipamento do sistema propulsor (por embarcação de manobra).

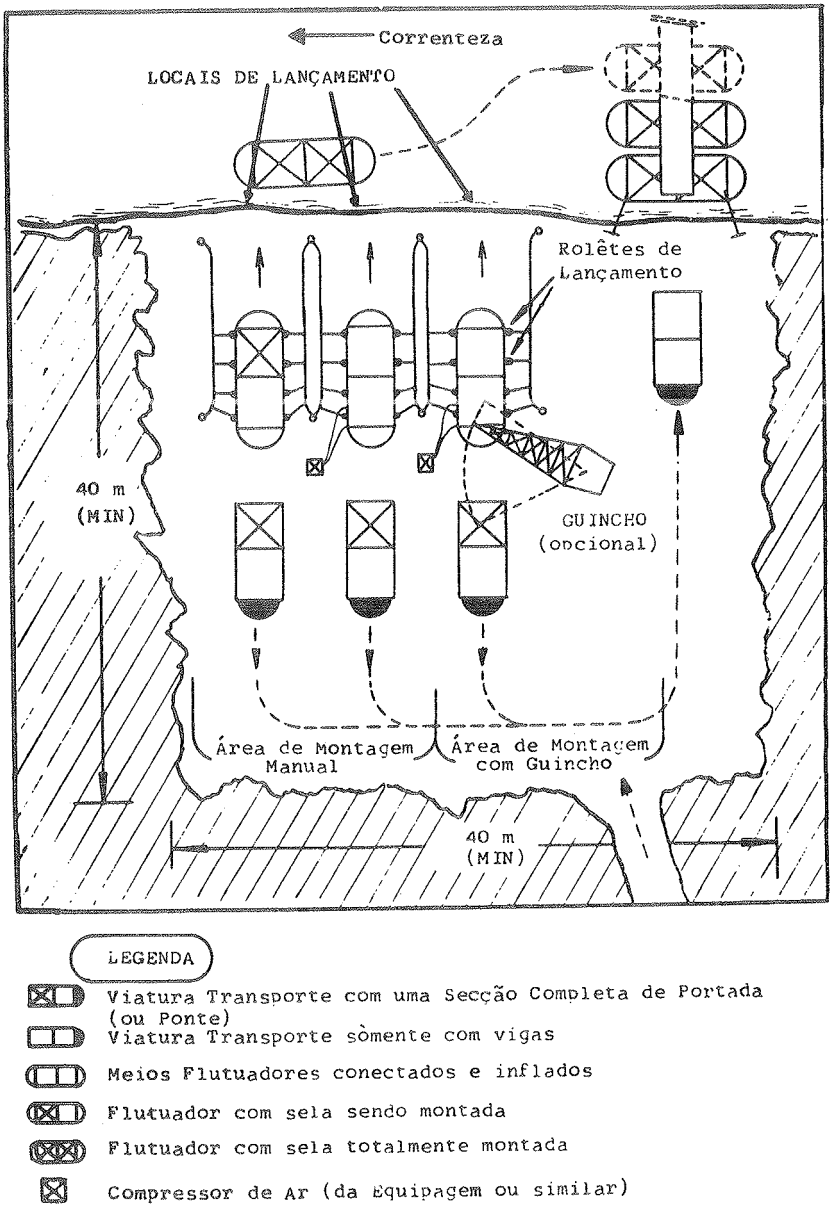


Figura 1-46. Canteiro de trabalho com apenas um LOCAL DE MONTAGEM (40 x 40 m), utilizando rolêtes de lançamento (pneumáticos)

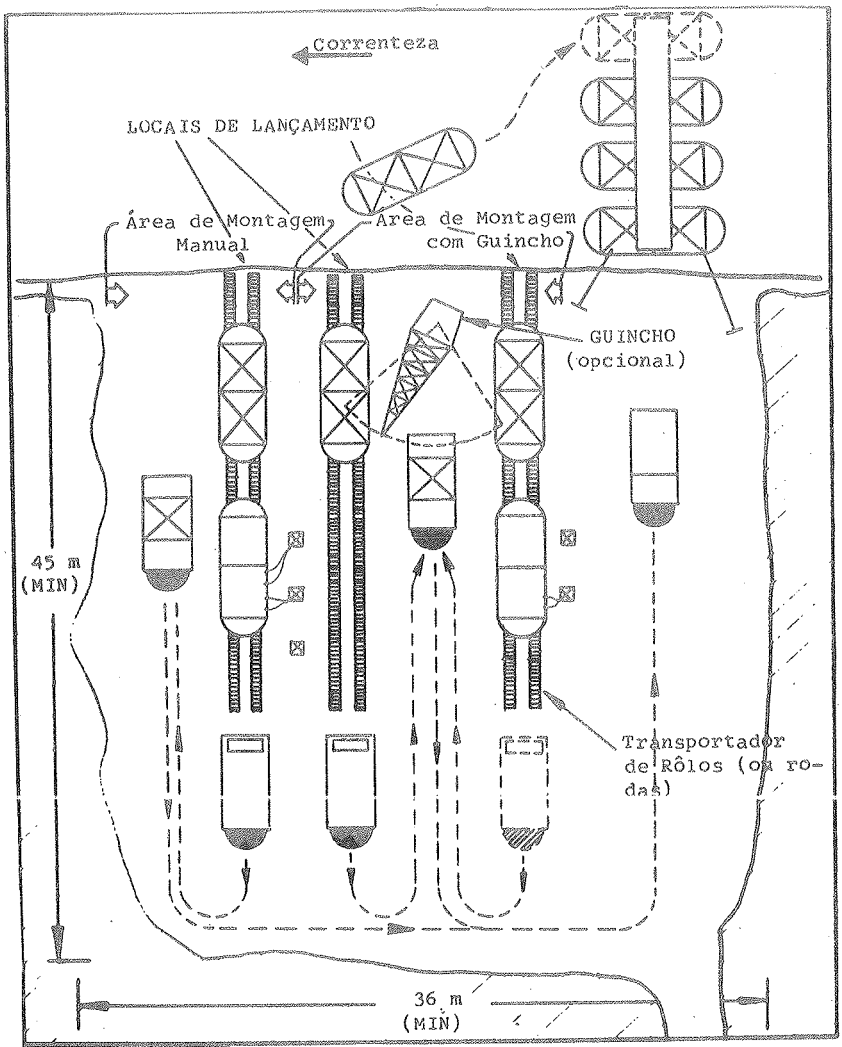


Figura 1-47. Canteiro de trabalho com apenas um LOCAL DE MONTAGEM (45 x 36 m), utilizando transportadores de rolos ou de rodas.

DESTACAMENTOS	EFETIVO		
	OFICIAIS	GRADUADOS	SOLDADOS
De suportes flutuantes		1	2
De montagem da sela		1	10
De montagem da portada	1 (*)	1	14

(*) Comandante do Pel E encarregado da montagem da portada

Tabela 1-11. Destacamento de trabalho para montagem de portadas — efetivo

1-8. MONTAGEM DAS PORTADAS

As operações de montagem das diversas portadas são apresentadas na seqüência natural, podendo inclusive ser elaborado um diagrama tipo pert numa pequena folha, o qual seria levado para o canteiro de trabalho (para o controle do responsável).

ATENÇÃO

No decorrer da montagem de qualquer tipo de portada, os engates das travessas de enrijecimento devem ser numerados de 1 a 13 à direita e esquerda de seu centro, para fins de instalação de vigas.

a. Portadas normais de 4 suportes flutuantes (planta baixa 1-1).

(1) Montagem de um suporte flutuante — A montagem dos suportes flutuantes poderá ser efetuada à retaguarda ou num local de montagem próximo ao curso de água. No primeiro caso, as vigas do tabuleiro correspondentes a cada suporte flutuante são inclusive colocadas sobre eles. Quando próxima ao curso de água, desenvolve-se da seguinte forma: os roletes de lançamento desinflados são colocados perto da linha da água distanciados de aproximadamente 3,5 m. Assim que posicionados, os meios flutuadores desinflados são colocados sobre eles e conectados popa a popa; na parte inferior, com uma barra de conexão enfiada através das abas da capa do flutuador e na parte superior, afivelando-se as correias cruzadas (Figura 1-49). Somente após tal conexão é que devem ser inflados os meios flutuadores, até atingir a pressão de 2 psi (0,14 kg/cm²). Inflados, colocam-se oito painéis de sela

sobre a parte horizontal do flutuador (quatro painéis sobre cada meio flutuador) e um painel da prolonga em cada uma de suas extremidades inclinadas. Os painéis de sela, quando colocados, devem ser alinhados com as correias laterais do flutuador, por meio das quais serão a ele fixados posteriormente. As secções centrais das travessas de sela são então colocadas sobre os quatro painéis de sela mais próximos do eixo transversal de simetria do flutuador. Sua fixação se realiza por meio dos retentores dos painéis, que se engatam na mesa inferior das secções da travessa. Após, cada uma das extremidades é presa aos painéis (estes mais afastados do eixo transversal de simetria do flutuador) da mesma forma que as secções centrais. O conjunto painel de sela — travessa de sela é fixado ao flutuador por meio de suas correias laterais que cruzam os anéis em D de ambas as peças. A prolonga é então colocada sobre o painel da prolonga, sem serem no entanto efetuadas quaisquer ligações, quer com o painel, quer com a travessa de sela. Isso é feito para facilitar a colocação da barra de conexão nas proas dos flutuadores, que é enfiada através das abas da capa do flutuador, dos orifícios da extremidade da prolonga e das vigas estendidas do painel da prolonga. (Figura 1-50). Agora, então, os retentores dos painéis fixam a prolonga e as correias laterais dos flutuadores ao conjunto prolonga — painel da prolonga. Os pinos de união da prolonga e secção de extremidade das travessas são colocados. Finda a operação, adaptadores de sela, normais ou de fechamento, são apoiados sobre as secções centrais da travessa de sela e fixados a ela por meio de seus retentores (da secção central), que se encaixam nos apoios dos adaptadores. Sobre as longarinas de cada adaptador são colocadas as travessas de enrijecimento de tal modo que seus "contra-pinos" estejam voltados para o centro do flutuador. Isso é feito para facilitar a fixação da superestrutura, de seu interior. A união das travessas aos adaptadores é feita com os próprios pinos da travessa. Os adaptadores de rodapé são colocados de acordo com a largura da via desejada. São fixados à travessa por meio de seus pinos (da travessa) (Figura 1-48). Antes do lançamento do flutuador, equipa-se o mesmo com uma âncora, unem-se os roletes de lançamento por meio de um cabo de manilha e nas ábitas da secção de extremidade da travessa de sela fixa-se um cabo, também de manilha, com 1" (25,4 mm) de diâmetro para seu lançamento. Inflam-se então os roletes de lançamento; a pressão aconselhável de suporte verifica-se quando os flutuadores estiverem erguidos a uma altura de 7,5 cm a 10 cm do chão. (Figura 1-50). Uma pressão maior torna a superfície do policloropreno mais suscetível a danos e uma pressão menor dificulta o lançamento. Lança-se agora o flutuador, e, para a montagem do seguinte, recuperam-se os roletes desinflando-os a seguir. (Figuras 1-50, 1-52 e 1-53). Quan-

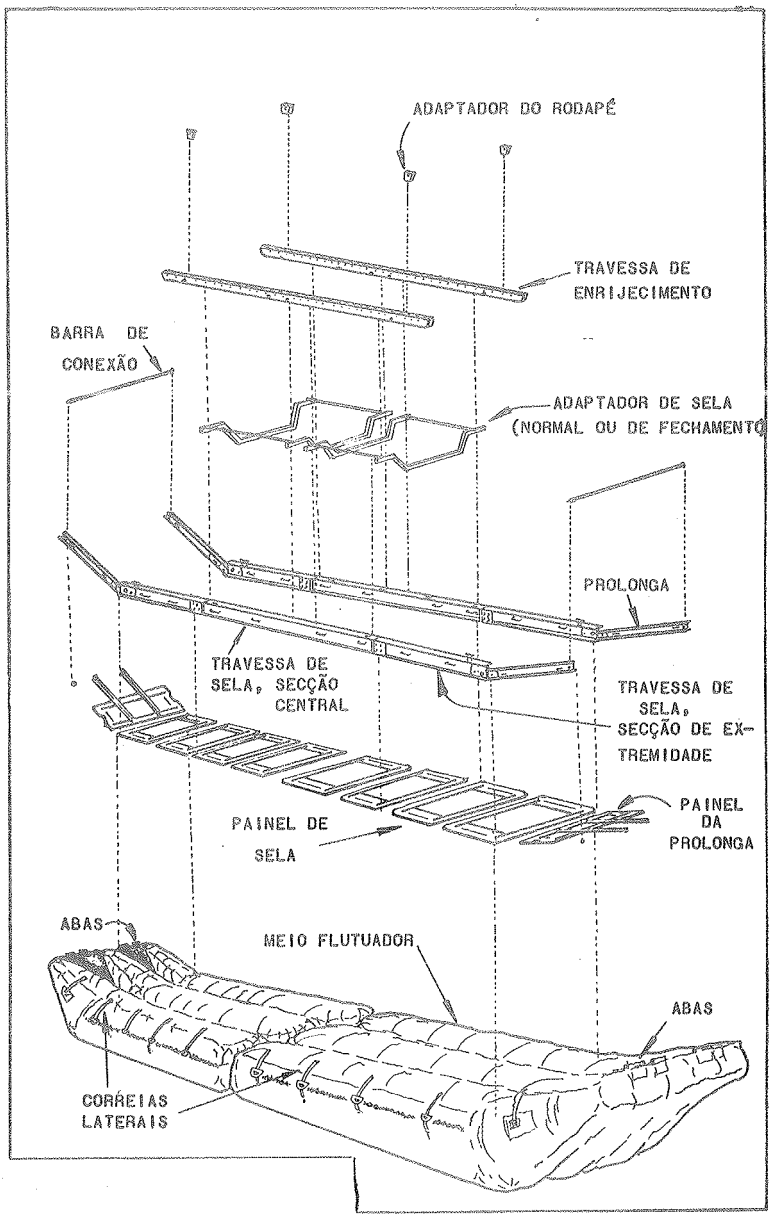


Figura 1-48. Perspectiva explodida de um flutuador.

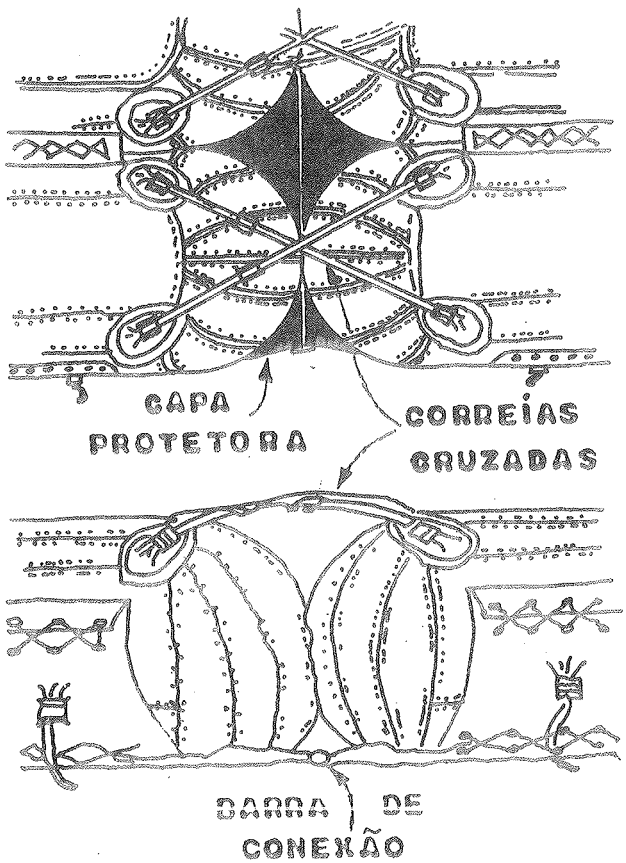


Figura 1-49. Detalhe da conexão de dois meios flutuadores (popa a popa).

do um guincho for disponível, a sela poderá ser trazida parcialmente montada da retaguarda, o que reduz, sensivelmente, o tempo de montagem do flutuador. A montagem, quando à retaguarda, é feita diretamente sobre reboques, em cujas plataformas já foram posicionados devidamente os roletes de lançamento. Todas as operações a seguir são análogas às mostradas na montagem na margem. Observa-se, porém, que, devido à tendência que apresentam os painéis de sela de se deslocarem por ocasião do lançamento do flutuador do reboque, blocos trapezoidais são colocados alternados nas extremidades dos painéis, cuja posição é mostrada na Figura 1-55. Concluída a montagem da sela, sobre flutuadores equipados com adaptadores de sela normais, coloca-se um número de vigas igual à da largura do tabuleiro correspondente; sobre os equipados com adaptadores de fechamento, esse número de vigas se reduzirá à

metade. Elas são colocadas lado a lado e apenas apoiadas sobre as travessas de enrijecimento. Para evitar seu deslocamento na direção transversal, uma terceira travessa é encaixada a uma das duas fileiras de engates machos das vigas. Somente as duas vigas externas, em cada extremidade do tabuleiro, são fixadas a essa travessa de enrijecimento central, que é amarrada à travessa de enrijecimento do flutuador com uma corda. Quatro adaptadores de rodapé são fixados nos engates da travessa adjacentes às vigas externas, de modo a prevenir seu deslocamento longitudinal. Junto à margem, antes do lançamento do flutuador, desconecta-se a travessa de enrijecimento central do tabuleiro. Duas de suas vigas são então colocadas em sua posição final para facilitar a conexão dos suportes flutuantes depois de lançados. O suporte flutuante é então lançado e a portada (ou ponte) montada do mesmo modo que se fosse montado próximo ao curso de água. As terceiras travessas de enrijecimento são utilizadas na montagem das partes em balanco.

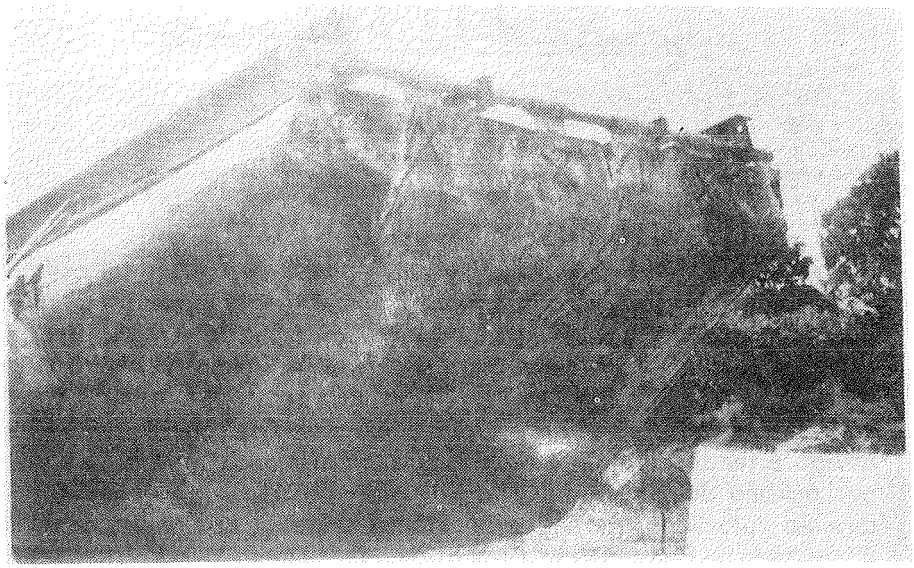
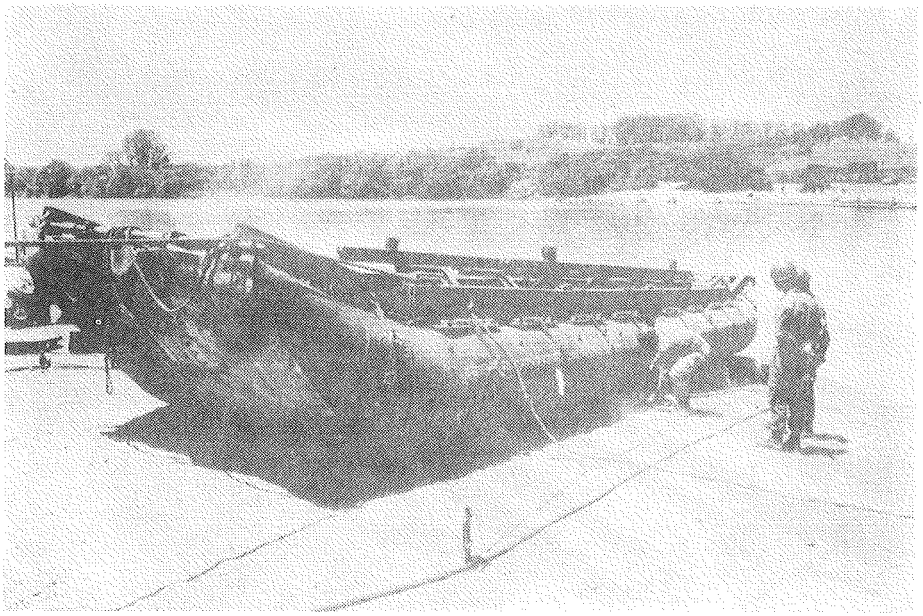


Figura 1-50. Detalhe da conexão da prolonga, painel da prolonga, barra de conexão e meio flutuador entre si.



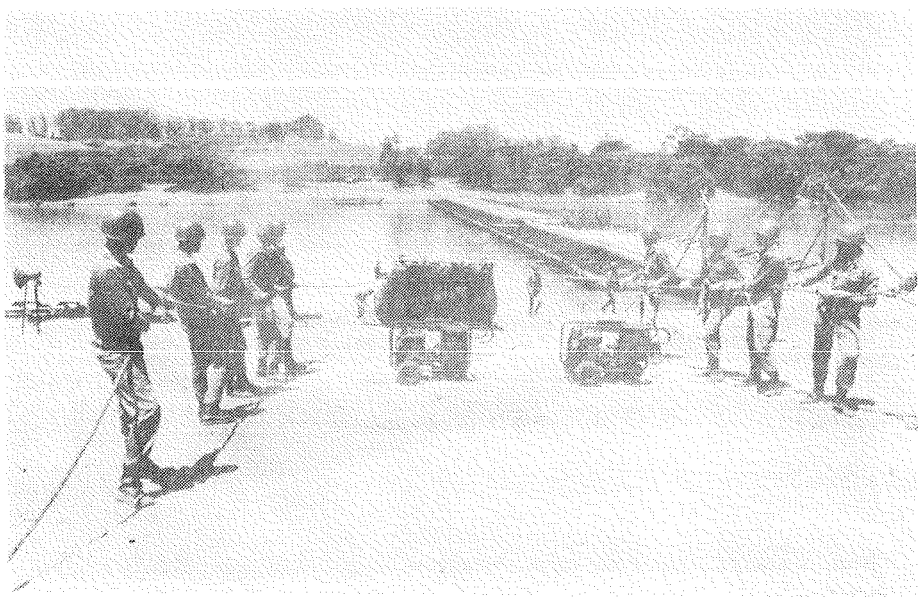


Figura 1-51. Seqüência de lançamento de um flutuador já com a estrutura de sela.

Figura 1-52. Sequência de lançamento de um flutuador já com a estrutura de sela.

Figura 1-53. Suporte flutuante sendo conduzido, após seu lançamento, para a parte da portada (ou ponte) já montada.

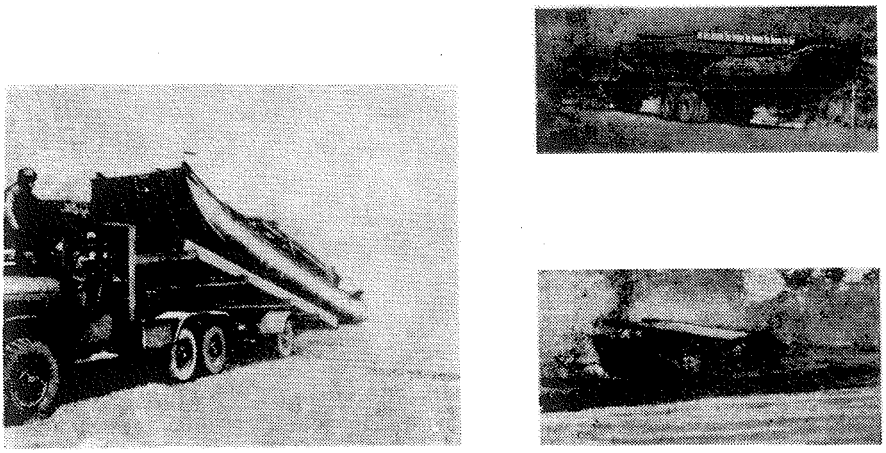


Figura 1-54. Suporte flutuante (com estrutura da sela e vigamento) sobre o reboque e seu lançamento.

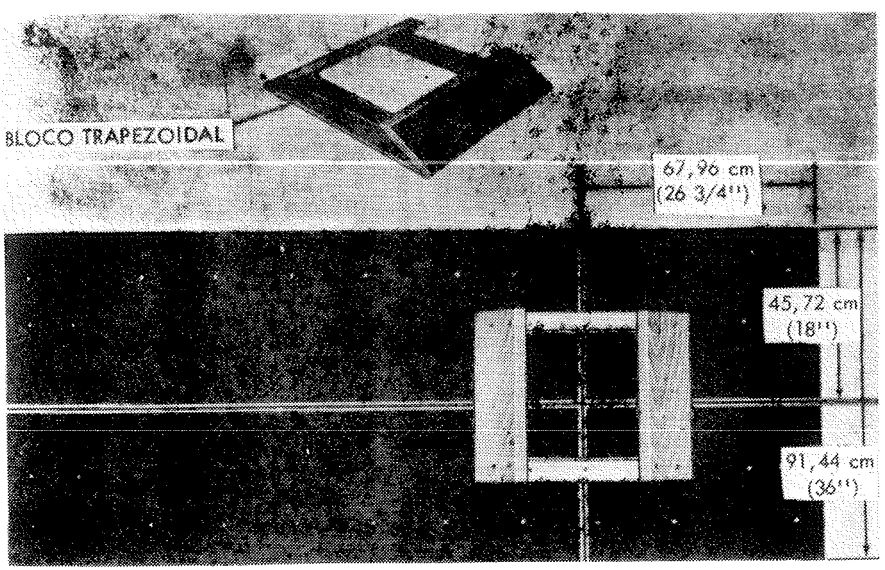


Figura 1-55. Posição relativa do bloco trapezoidal sob um painel de sela.

(2) Montagem da portada normal de 4 suportes flutuantes.

(a) Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes — Os dois primeiros suportes flutuantes equipados com adaptadores de sela normais são colocados lado a lado e alinhados em seus eixos transversais de simetria. Quatro vigas normais são colocadas, então, da travessa 1A para a 2A nos engates 2 e 6 à direita e 3 e 7 à esquerda. Outras quatro vigas normais são colocadas à direita das primeiras da travessa 1B para a 2B, estabelecendo, assim, a estrutura do tabuleiro da portada. (Figura 1-56). De acordo com a estrutura assim estabelecida, finaliza-se a conexão dos dois primeiros suportes flutuantes com a instalação sobre eles de vigas normais.

(b) Conexão do terceiro suporte flutuante — O terceiro suporte flutuante equipado com adaptadores de sela normais é colocado alinhado ao lado do segundo. Quatro vigas normais são colocadas da travessa 2A para a 3A nos engates 2 e 6 à direita e 3 e 7 à esquerda. À direita dessas vigas, mais quatro normais são colocadas da travessa 2B para a 3B (Figura 1-57). Como anteriormente, completam-se os espaços vazios com vigas normais.

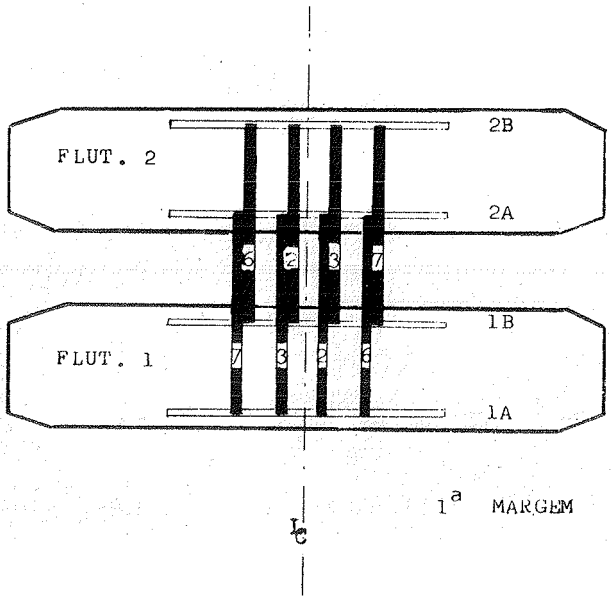


Figura 1-56. Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes. (4FN)

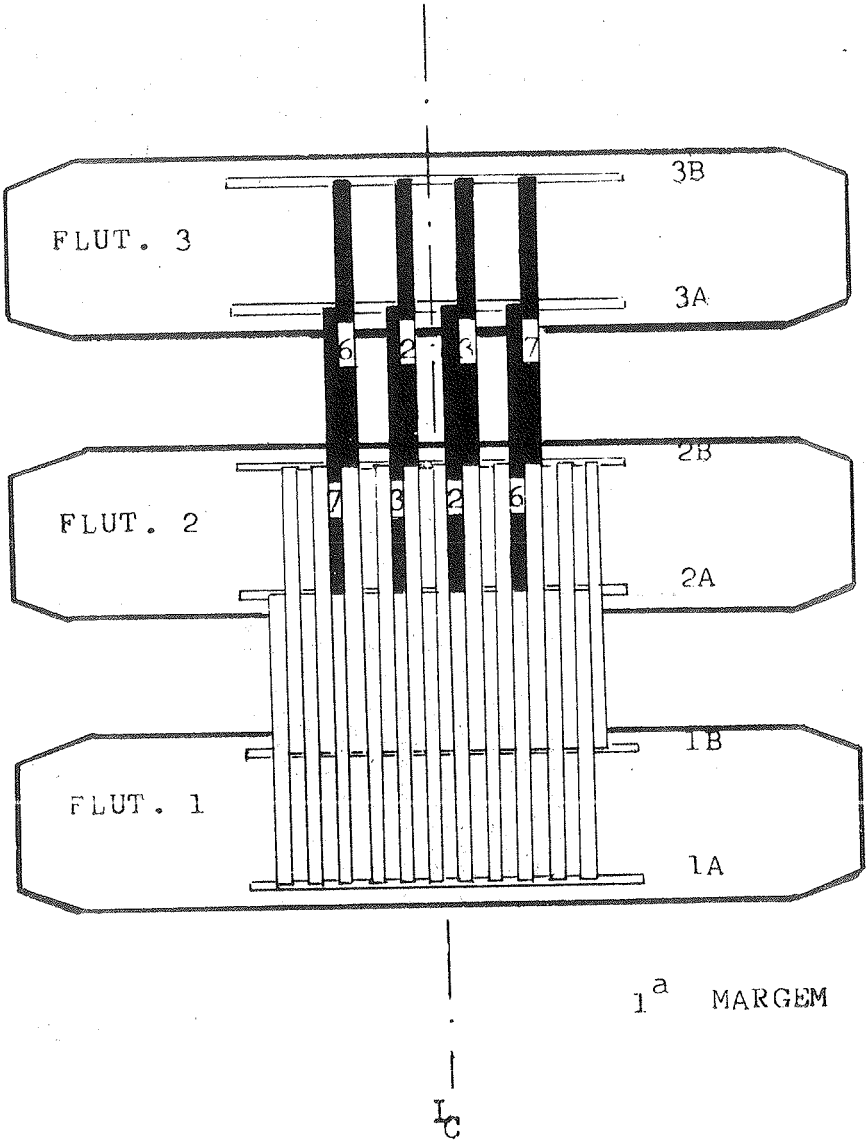


Figura 1-57. Conexão do terceiro suporte flutuante. (4 F N)

(c) Conexão do quarto suporte flutuante — O procedimento de conexão do quarto suporte flutuante equipado com adaptadores de sela normais, é análogo ao do terceiro.

(d) Montagem das partes em balanço — Assim que estiverem conectados os dois primeiros suportes flutuantes, a primeira parte em balanço já poderá ser montada. Onze vigas normais são colocadas da travessa 1B em direção à primeira margem nos engates ímpares à direita e pares à esquerda; na extremidade dessas vigas é fixada então, uma travessa de enrijecimento, já com adaptadores de rodapé (Figura 1-58). Da travessa 1A em direção à primeira margem, mais onze vigas normais são instaladas nos engates pares à direita e ímpares à esquerda. (Figura 1-59). Para preencher os espaços vazios da extremidade, 8 vigas afiladas são instaladas com suas placas articuladas voltadas para o centro da portada, à medida que as rampas forem sendo colocadas (sempre a partir do centro do tabuleiro). (Figura 1-60 e 1-61).

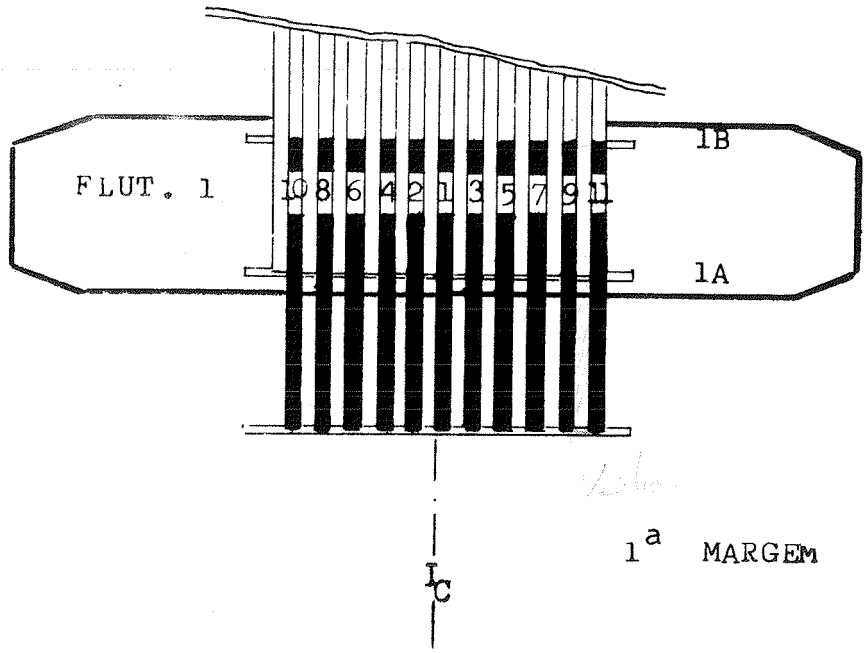


Figura 1-58. Montagem da parte em balanço. (4FN)

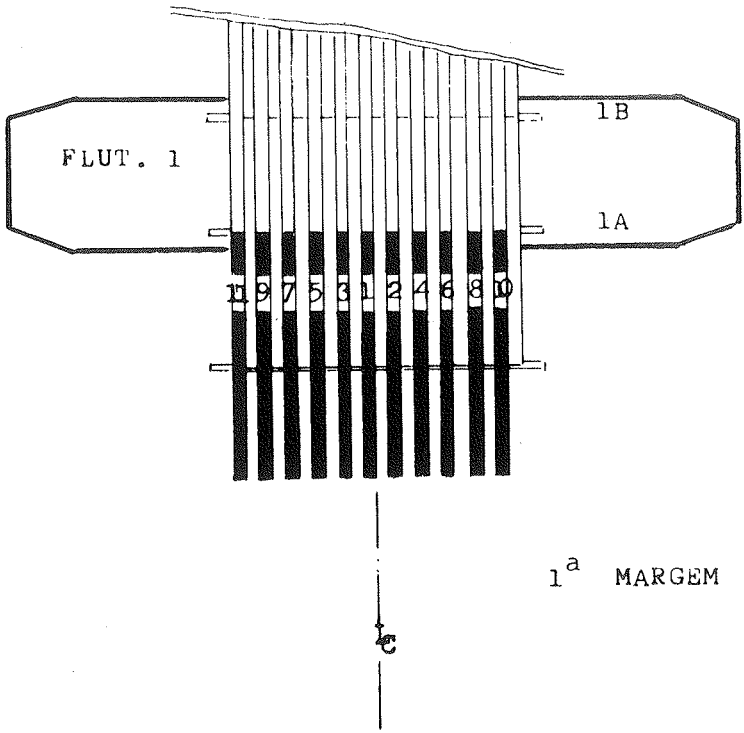


Figura 1-59. Montagem da parte em balanço. (4EN)

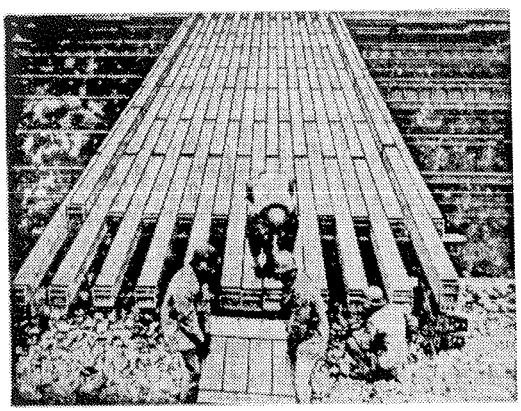


Figura 1-60. Instalação da rampa para portada.

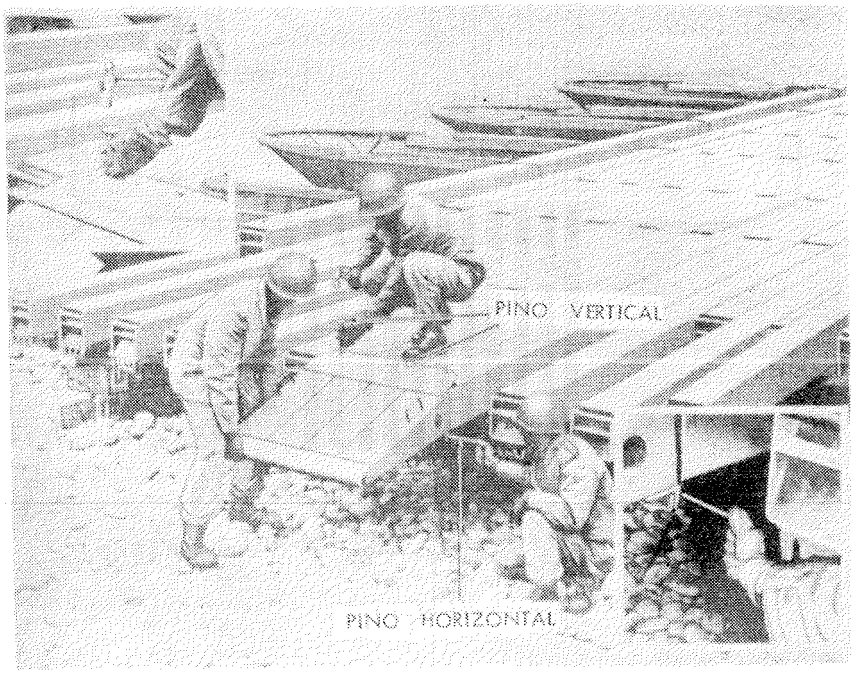


Figura 1-61. Instalação dos pinos verticais e horizontais da rampa para portada.

(e) Montagem do sistema propulsor

— motores de popa — antes mesmo dos suportes flutuantes serem lançados à água, os adaptadores do suporte do motor de popa já podem ser fixados à prolonga. Após o que, junto à margem, é instalado o suporte do motor de popa fixado aos adaptadores por meio de pinos solidários aqueles. O motor de popa é instalado e sua altura regulada convenientemente.

— embarcações de manobra — a operação inicial consiste em preparar o local onde a embarcação de manobra (ou qualquer outro bote auxiliar equipado convenientemente com motores de popa) se encostará para empurrar a portada. Se um adaptador para empurrador for utilizado, sua instalação é procedida como anteriormente explicado para os suportes dos motores de popa. Caso uma viga seja utilizada, essa deverá ser fixada por uma garra às mesas superiores da secção de extremidade da travessa de sela. Providenciado o "ponto de contato", encosta-se nele a embarcação e une-se a mesma à portada por meio de cabos de manilha de 1" (25,4 mm) de diâmetro (Figura 1-39).

b. **Portada normal de 5 suportes flutuantes** (planta baixa 1-2) — Sua montagem é semelhante à de portadas normais de 4 suportes flutuantes, com exceção de que um suporte a mais deverá ser conectado à estrutura. Essa conexão é realizada da mesma maneira que a descrita para o quarto suporte.

c. **Portada reforçada de 4 suportes flutuantes** — (planta baixa 1-3). A montagem dos suportes e do sistema propulsor assemelha-se à das portadas normais de 4 suportes flutuantes. Quanto à montagem dos suportes, observa-se que, do total, dois deverão estar equipados com adaptadores de sela normais e dois com adaptadores de fechamento.

(1) Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes — Os dois primeiros suportes equipados, o primeiro com adaptadores de sela normais e o segundo com adaptadores de fechamento, são colocados lado a lado e alinhados em seus eixos transversais de simetria. O suporte equipado com adaptadores de fechamento é colocado junto à 1a. margem, de tal forma que suas travessas de enrijecimento estejam deslocadas em direção à segunda margem. Onze vigas normais são colocadas então da travessa 1A para a 2B, nos engates pares à direita e ímpares à esquerda (Figura 1-62).

(2) Conexão do terceiro suporte flutuante — Os dois primeiros suportes já conectados são empurrados em direção à segunda margem por meio de duas vigas normais colocadas da travessa 1A em direção à primeira margem, nos engates 8 à direita e 7 à esquerda. O terceiro suporte equipado com adaptadores de sela de fechamento, com as travessas de enrijecimento voltadas para a 1a. margem, é colocado sob essas duas vigas e alinhado com o primeiro suporte. As extremidades das vigas são então apoiadas na travessa 3A (Figura 1-63). Para finalizar essa conexão, vigas normais são instaladas da travessa 1B para a 3B.

(3) Conexão do quarto suporte flutuante — Para a conexão do quarto suporte equipado com adaptadores de sela normais, duas vigas normais são colocadas da travessa 3A em direção à primeira margem, nos engates 8 à direita e 7 à esquerda. Novamente, com o auxílio dessas vigas, empurra-se a parte da portada já montada em direção à segunda margem, como anteriormente. O quarto suporte é então colocado sob essas duas vigas e alinhado com o terceiro. Apoiam-se então as vigas sobre as travessas 4A e 4B como mostra a Figura 1-64. Finalizando, vigas normais são instaladas dentro do padrão de tabuleiro já definido.

(4) Montagem da parte em balanço — Inicialmente, 9 vigas normais são colocadas da travessa 3A em direção à primeira margem e às suas extremidades fixada uma travessa de enrijecimento já com adaptadores de rodapé. Da travessa 4A em direção à primeira margem outras onze vigas normais são instaladas. Como anteriormente, fixa-se às suas extremidades, uma travessa de enrijecimento, também com adaptadores de rodapé (Figura 1-65). Após, onze vigas são colocadas da segunda travessa da parte em balanço em direção à primeira margem (Figura 1-66) e oito vigas afiladas são colocadas nos espaços vazios na extremidade, com suas placas articuladas voltadas para o centro da portada, à medida que as rampas forem sendo instaladas (sempre a partir do centro do tabuleiro). (Figuras 1-60 e 1-61). Após a conclusão deste balanço, a portada é virada e as operações se repetem.

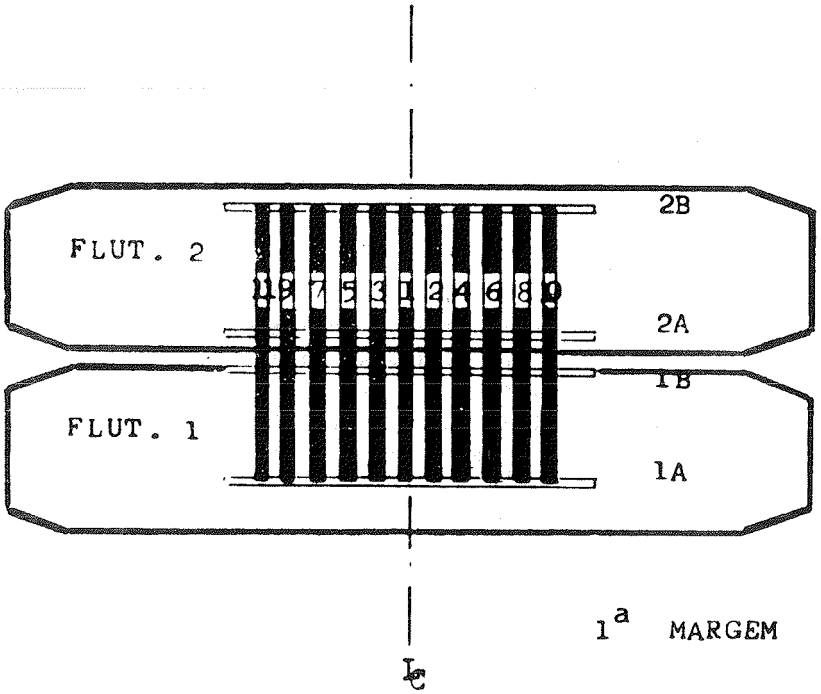


Figura 1-62. Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes. (4FR)

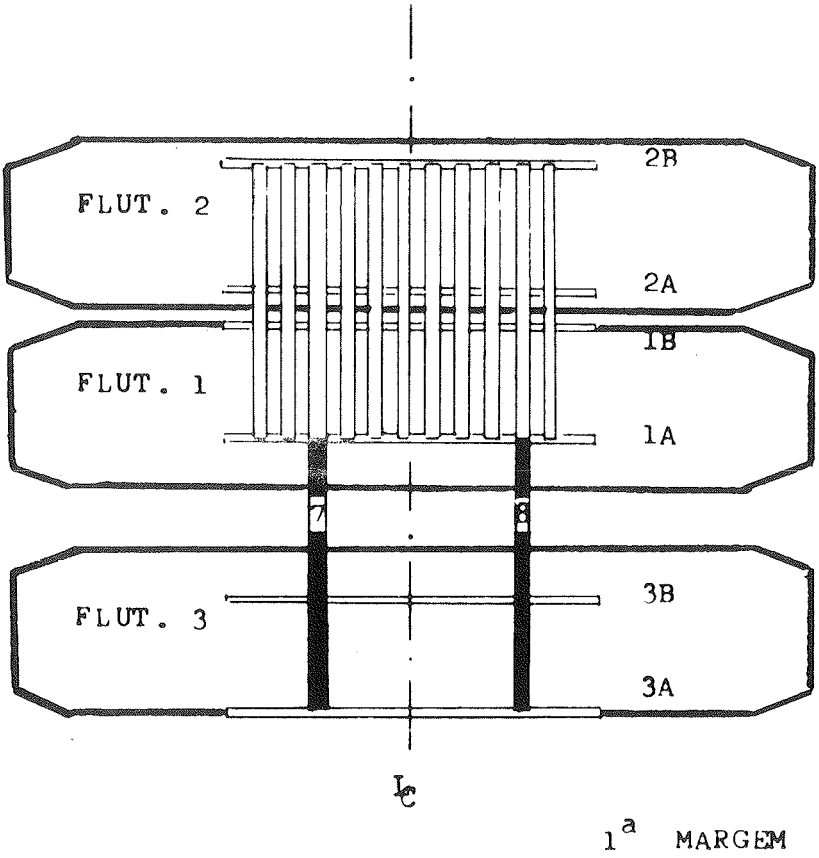


Figura 1-63. Conexão do terceiro suporte flutuante. (4 F n)

d. **Portada reforçada de 5 suportes flutuantes** — (planta baixa 1-4) — A montagem dos suportes e do sistema propulsor é semelhante à de portadas normais de 4 suportes. Apenas salienta-se que, do total de suportes, 3 são equipados com adaptadores de sela normais e os restantes com adaptadores de fechamento.

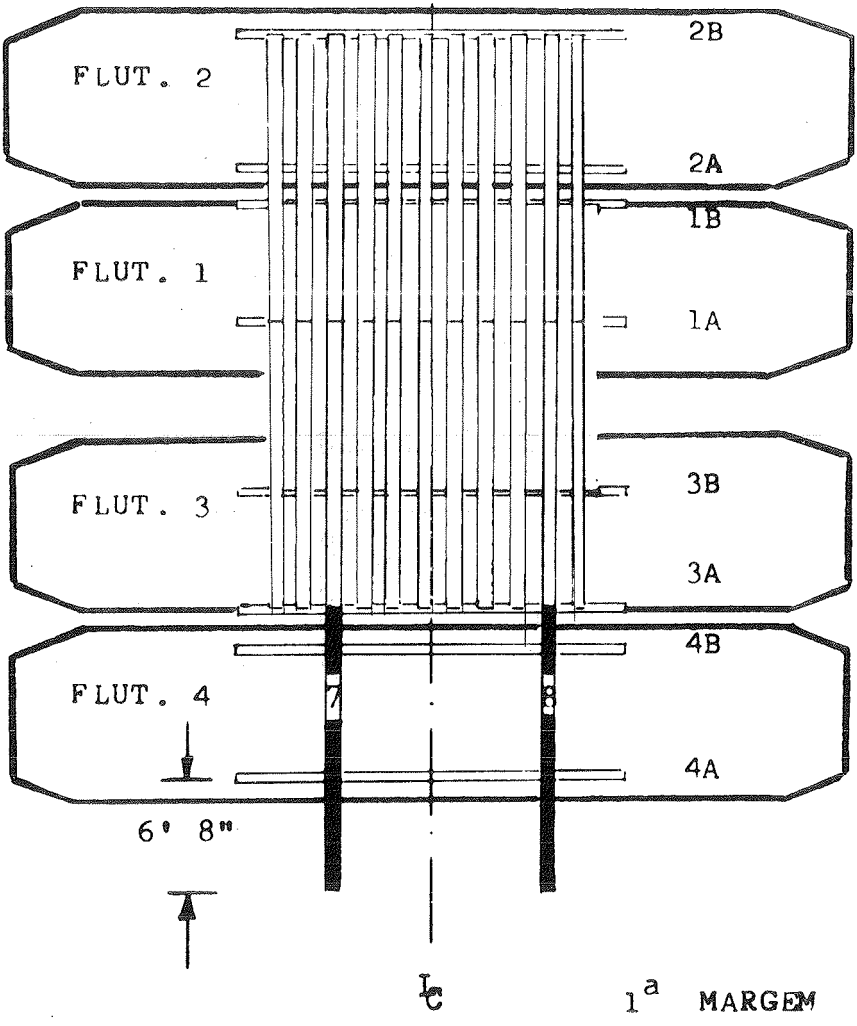


Figura 1-64. Conexão do quarto suporte flutuante. (4FR)

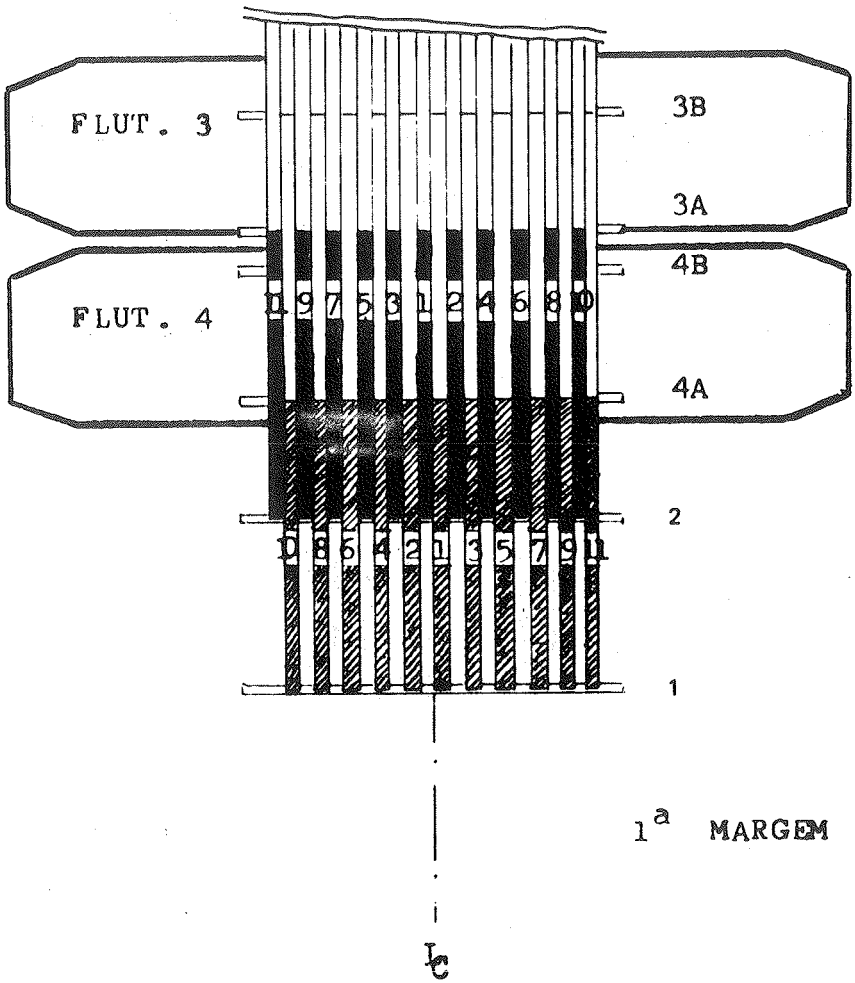


Figura 1-65. Montagem da parte em balanço. (4FR)

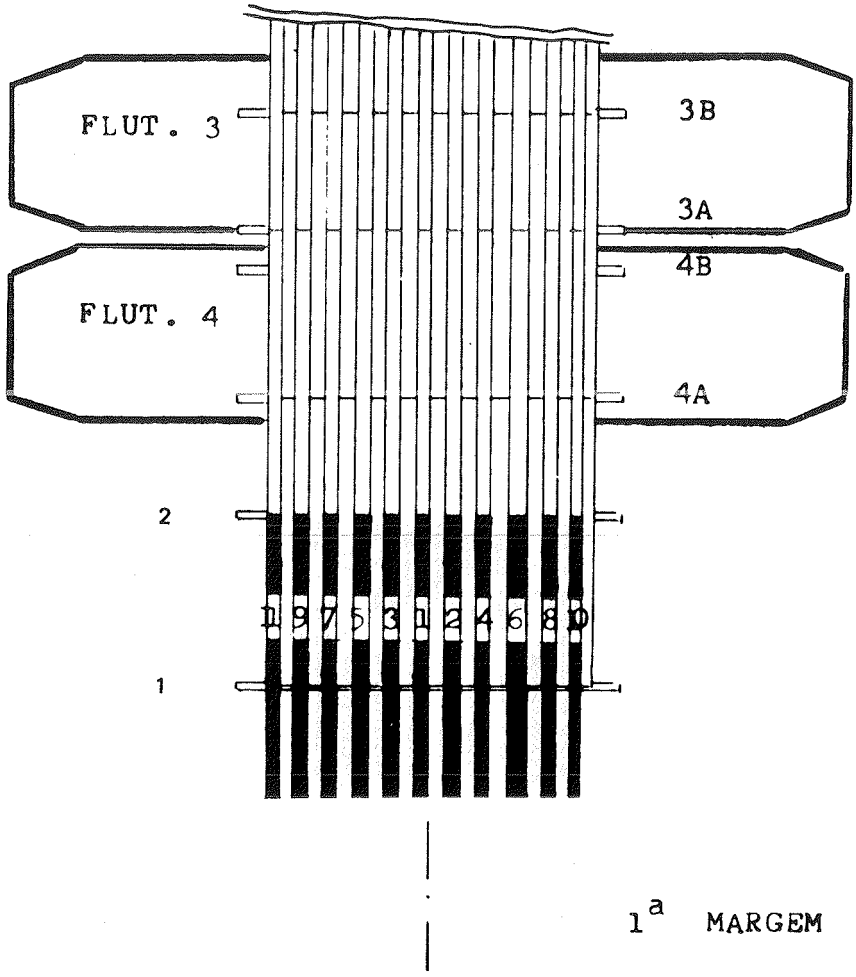


Figura 1-66. Montagem da parte em balanço. (4 F R)

(1) Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes — Os dois suportes equipados, o primeiro com adaptadores de sela de fechamento e o segundo com adaptadores de sela normais, são colocados lado a lado, alinhados em seus eixos transversais de simetria. O suporte equipado com adaptadores de sela de fechamento é colocado junto à primeira margem de tal forma que suas travessas estejam deslocadas em direção à segunda margem. Onze vigas normais são então colocadas da travessa 1A para a 2B nos engates ímpares à direita e pares à esquerda (Figura 1-67).

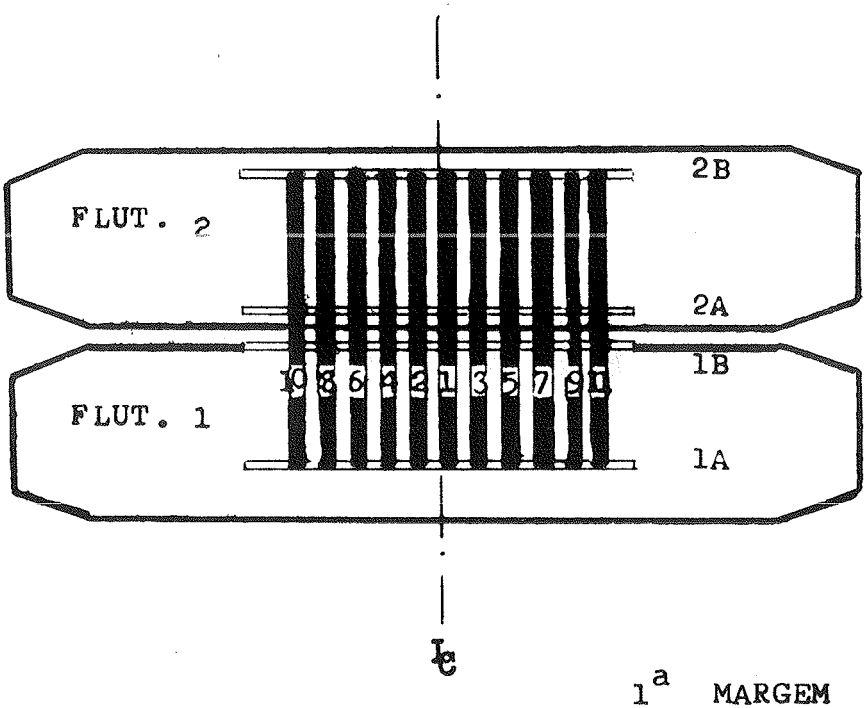


Figura 1-67. Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes. (5 F R)

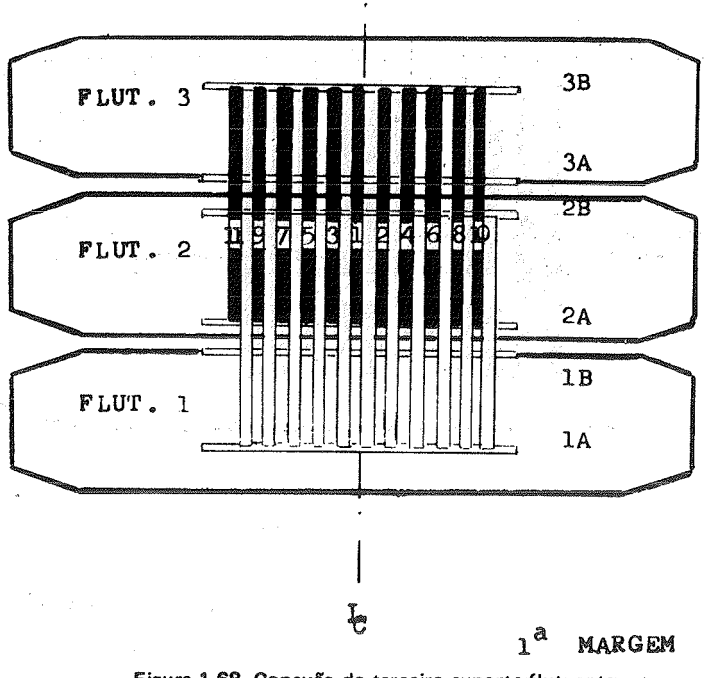


Figura 1-68. Conexão do terceiro suporte flutuante. (5 F R)

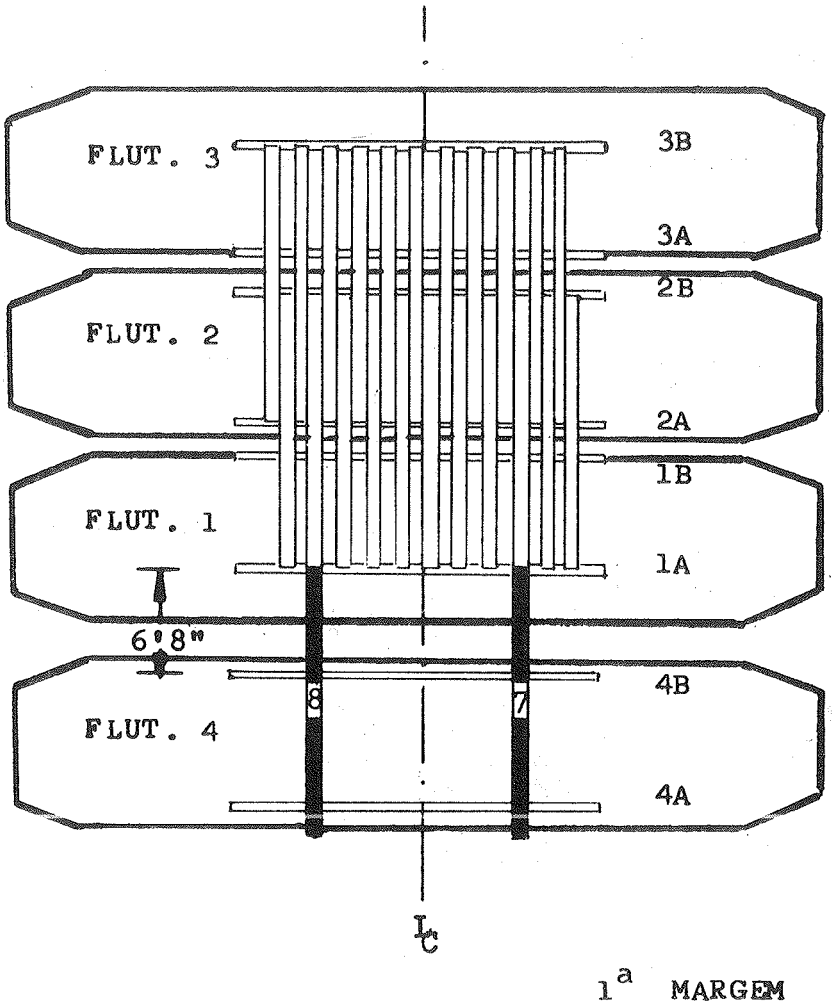


Figura 1-69. Conexão do quarto suporte flutuante. (5FR)

(2) Conexão do terceiro suporte flutuante — O terceiro suporte equipado com adaptadores de sela de fechamento é colocado ao largo do segundo suporte e alinhado de tal forma que as travessas de enrijecimento estejam deslocadas em direção à primeira margem. Onze vigas normais são colocadas então da travessa 2A para a 3B nos engates pares à direita e ímpares à esquerda. (Figura 1-68).

(3) Conexão do quarto suporte flutuante — Os três suportes já conectados são então empurrados em direção à segunda margem com o

auxílio de duas vigas normais colocadas da travessa 1A em direção à primeira margem, nos engates 7 à direita e 8 à esquerda. O quarto suporte equipado com adaptadores de sela normais é colocado, então, sob essas duas vigas como mostra a Figura 1-69. Vigas normais completam o tabuleiro dos suportes até aqui conectados.

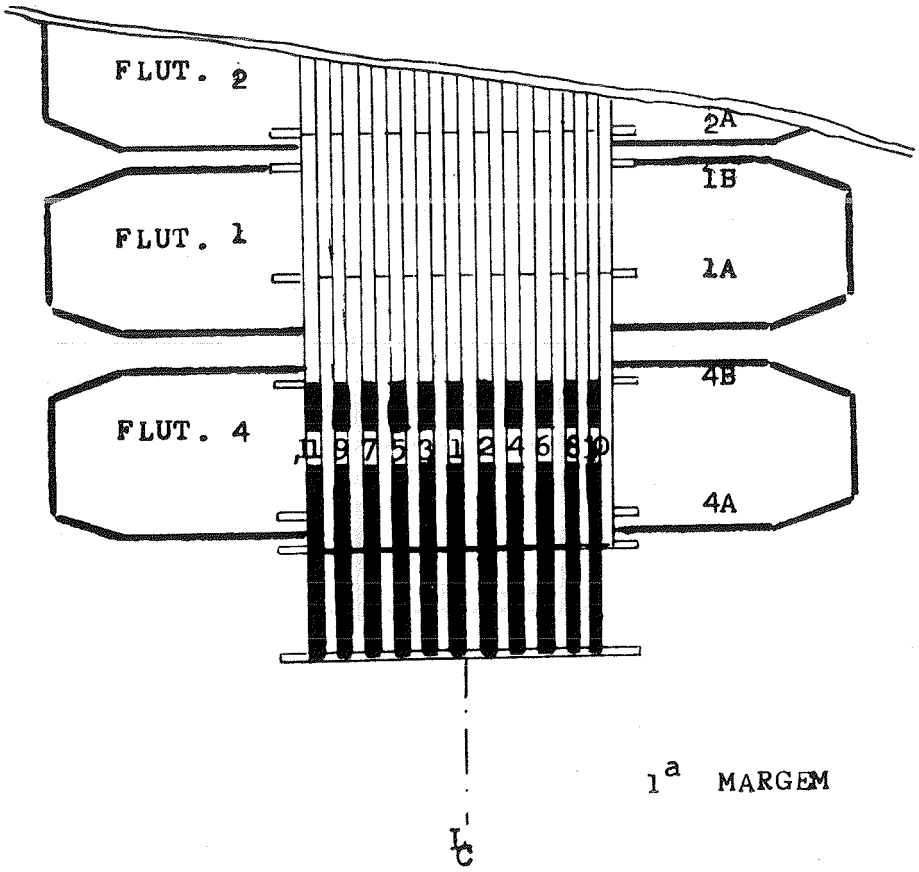


Figura 1-70. Montagem da parte em balanço. (5FR)

(4) Montagem da parte em balanço — A primeira parte em balanço é montada logo após a conexão do quarto suporte. A outra, somente após a portada ser virada e o quinto suporte conectado. Após serem devidamente posicionadas onze vigas normais da travessa 1A em direção à primeira margem, fixa-se, na extremidade, uma travessa de

enrijecimento com adaptadores de rodapé. Onze vigas normais são então colocadas da travessa 4B em direção à primeira margem e às suas extremidades fixada uma travessa de enrijecimento equipada da mesma forma que a primeira (Figura 1-70). Completa-se, então, a parte em balanço com onze vigas normais, colocadas entre as suas 1a. e 2.a travessas, preenchendo-se a seguir os espaços à medida que as rampas forem sendo instaladas (sempre a partir do centro do tabuleiro) (Figuras 1-60 e 1-61). Após a montagem dos balanços, uma viga normal é colocada como reforço na parte externa do tabuleiro, conforme mostra a Figura 1-71.

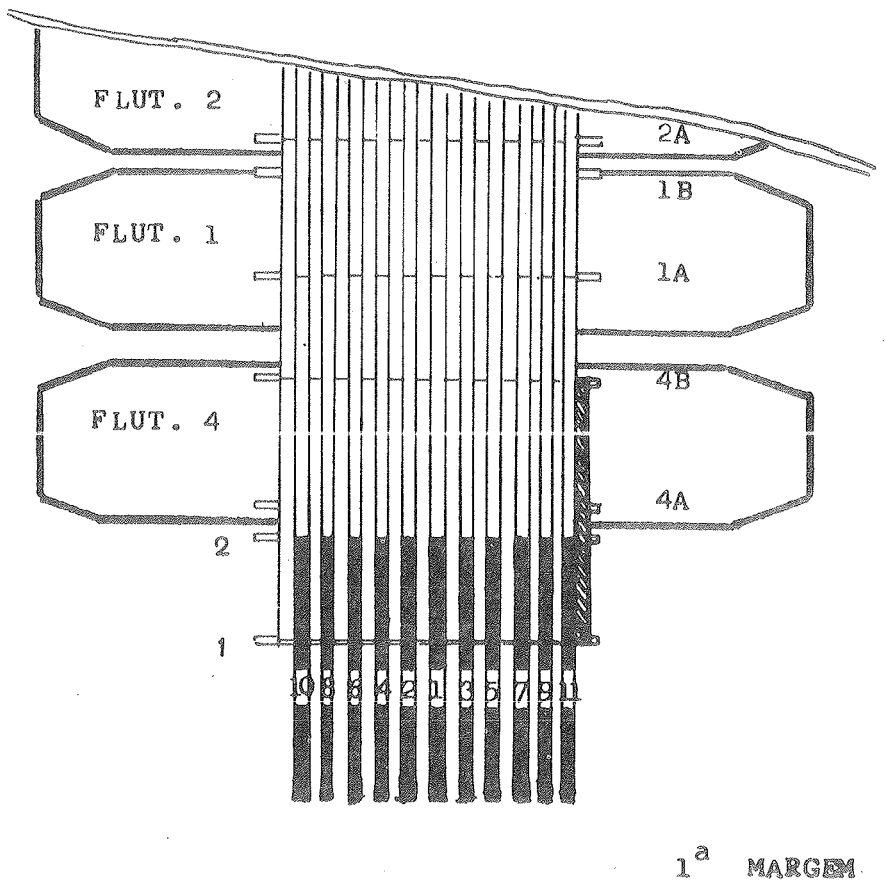


Figura 1-71. Montagem da parte em balanço. (SFR)

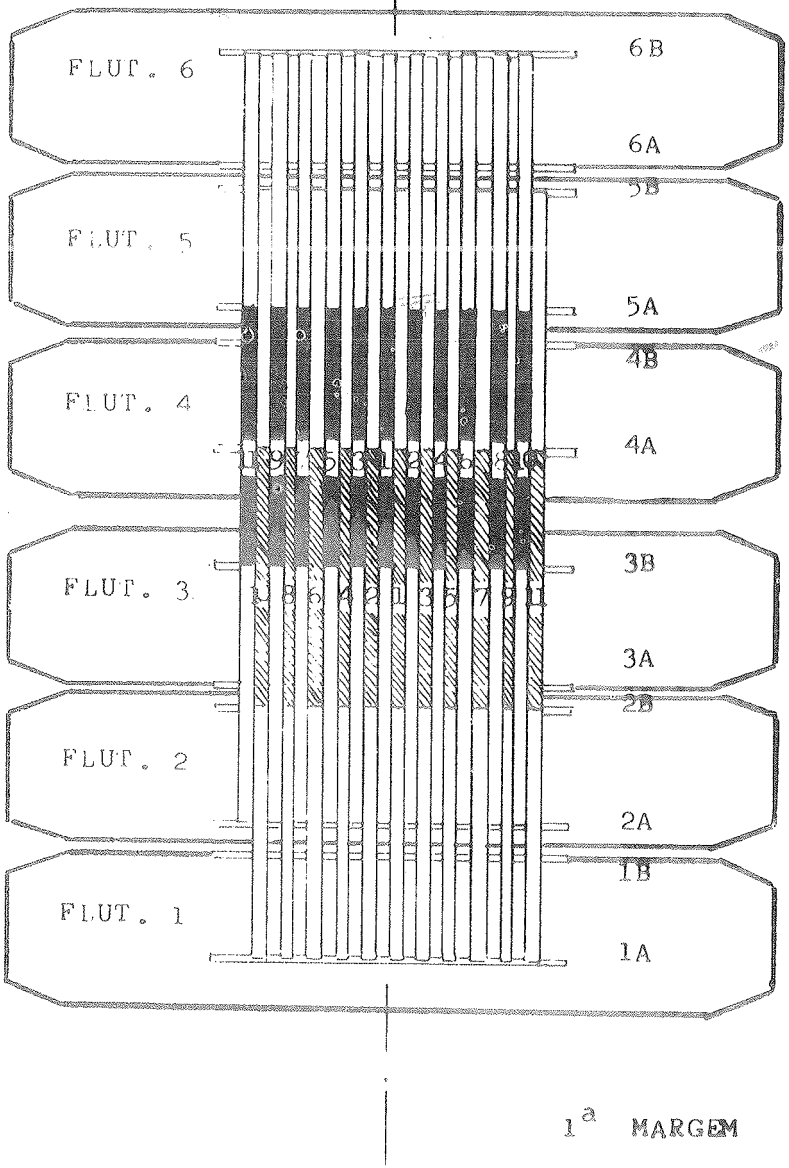


Figura 1-72. Conexão das "partes de portada" (6FR)

e. Portada reforçada de 6 suportes flutuantes — (Planta baixa 1-5). A montagem dos suportes e sistema propulsor de portadas de seis suportes flutuantes é semelhante à das portadas com mais de quatro suportes. Quanto aos suportes, salienta-se que, do total, dois devem ser equipados com adaptadores de sela normais e os quatro restantes com adaptadores de fechamento. Com relação às partes em balanço, são montadas como as portadas reforçadas de quatro suportes flutuantes, só que duas vigas de reforço são instaladas exteriormente ao tabuleiro, em cada parte em balanço (de acordo com a planta baixa).

(1) Montagem da portada — Para a montagem da portada, seguem-se inicialmente os mesmos passos da montagem de uma portada reforçada de cinco suportes flutuantes, até a conexão do terceiro suporte, inclusive. Repetem-se as operações duas vezes para se ter duas partes de 3 suportes cada.

(2) Conexão das "partes" — Onze vigas normais são colocadas da travessa 2B para a 4A nos engates ímpares à direita e pares à esquerda e mais onze da travessa 3B para a 5A nos engates pares à direita e ímpares à esquerda para serem conectados às duas partes de portada (Figura 1-72).

1-9. UTILIZAÇÃO

Para melhor orientação, consultar os manuais T 5-270 e T 5-271.

ARTIGO III

PONTES

1-10. GENERALIDADES

a. Assim como ocorre em relação às portadas, a equipagem M4T6 possibilita a montagem de inúmeros tipos de pontes, que apresentam significativas diferenças entre si. Entretanto, somente serão estudados alguns dos tipos possíveis, de tal forma que o assunto forneça um conhecimento básico, aplicável a qualquer outro. O organograma da Figura 1-73 apresenta as pontes aqui desenvolvidas.

b. Cumpre salientar, que serão considerados certos limites de utilização das pontes em questão que assim se difinem:.

(1) Comprimento mínimo de cada ponte: o equivalente a duas partes de margem (3 + 3 flutuadores) unidas por vigas normais;

(2) Comprimento máximo de cada ponte: o que possibilitarem 5 (cinco) equipagens empregadas simultaneamente;

(3) Foram também incluídos orientações e encaminhamentos para a programação de "n" equipagens atuando conjuntamente.

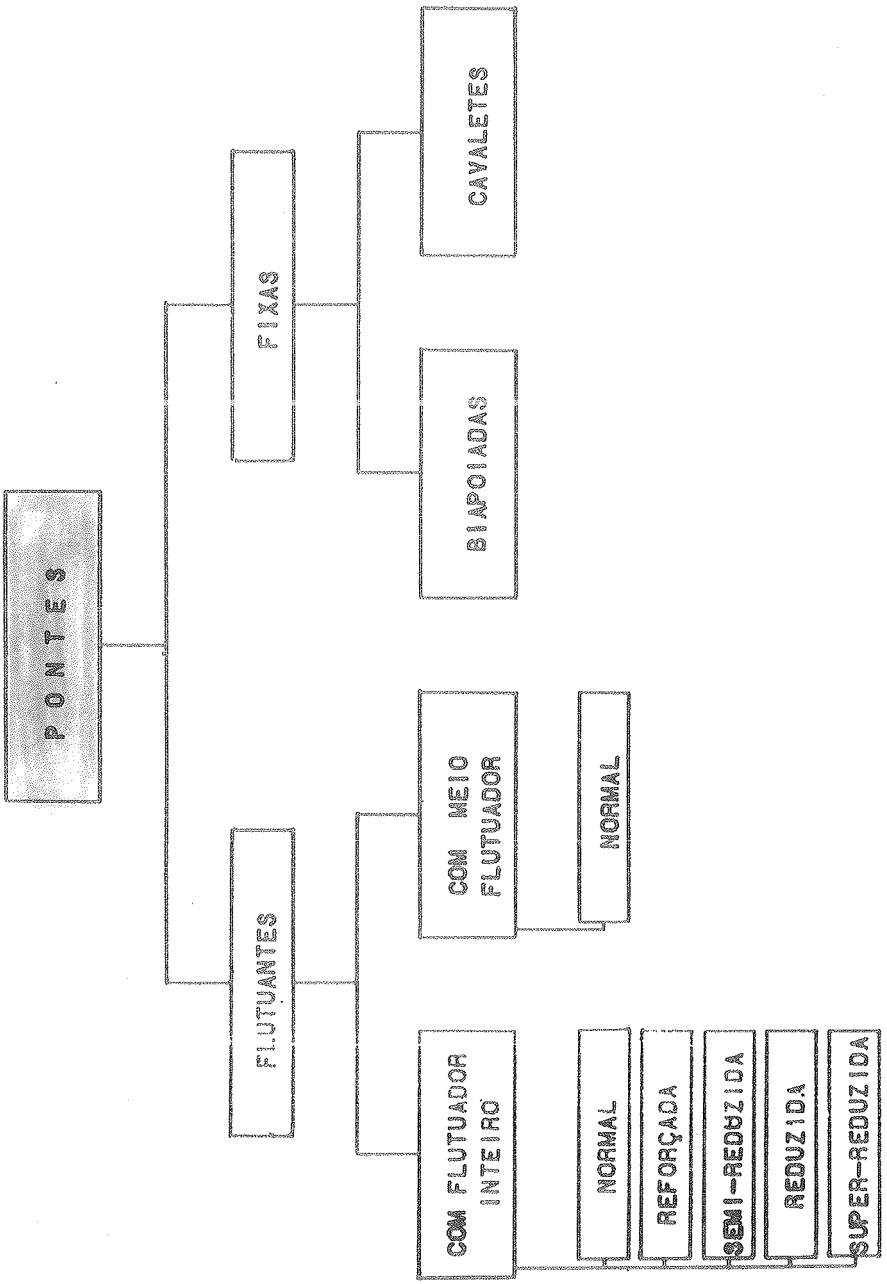


Figura 1-73. Esquema geral das pontes que serão abordadas.

1-11. DESCRIÇÃO, CAPACIDADES E POSSIBILIDADES

Este parágrafo apresenta descrição suscinta de algumas das pontes que podem ser construídas com a equipagem M4T6. As capacidades tabeladas em termos de classe por velocidade de correnteza e por tipo de travessia conduzem à escolha acertada. Além disso, são fornecidas as possibilidades para quaisquer números de equipagens disponíveis.

a. **Pontes flutuantes** — As pontes flutuantes construídas com a equipagem M4T6 podem ser empregadas na travessia de cursos de água sob condições de maré e áreas inundadas. Em alguns casos, quando essa variação no nível da água for acentuada (3m a 3,5 m aproximadamente), ou quando a inclinação das margens for pequena, surgirá a necessidade da construção de um trecho de ponte sobre cavaletes. As pontes flutuantes, com exceção das reforçadas e das normais com meio flutuador, apresentam também a grande vantagem de poderem ser convertidas umas nas outras. Basta, para isso, retirar ou acrescentar suportes flutuantes, além de ajustar a largura do tabuleiro da ponte transformada.

(1) Pontes com flutuador inteiro — As pontes flutuantes, com flutuador inteiro, assemelham-se muito.

(a) Os suportes flutuantes são constituídos de dois meios flutuadores conectados popa a popa. Sobre eles, uma estrutura (sela) suporta as vigas do tabuleiro. Os adaptadores de sela normais ou de fechamento são utilizados de acordo com cada um dos tipos de pontes. A distância dos suportes flutuantes entre si, uma das condicionantes da capacidade das pontes, varia para cada tipo. Observa-se, porém, que em qualquer delas, os suportes flutuantes das partes de margem, estão sempre mais próximos que os da parte flutuante. No caso dos três tipos de pontes reduzidas (semi-reduzida, reduzida e super-reduzida) que se caracterizam por apresentarem lances relativamente grandes, comparados com os das pontes normais e reforçadas, poderá ocorrer pelo menos um lance menor que o característico de cada ponte; isso porque, na maioria dos casos, por ocasião do fechamento, a parte de margem de segunda margem não pode ser deslocada suficientemente para manter esse lance final igual aos demais. A ponte reduzida, por exemplo, caracteriza-se por apresentar lances de 13,72 m (45') na parte flutuante. Por ocasião do seu fechamento, para que o lance final de 13,72 m (45') seja mantido, a parte de margem de segunda margem terá de ser deslocada, na pior situação de 6,86 m (22 1/2 pés). Pelas condições impostas pelo terreno, ou outro motivo, tal deslocamento poderá ser inviável. Desloca-se então a parte de margem de segunda margem apenas o suficiente para que o lance de fechamento seja de 9,14 m (30') ou de 4,57 m (15').

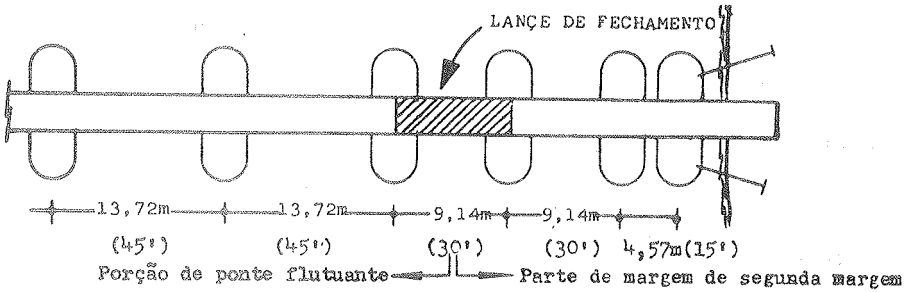


Figura 1-74. Aspecto de uma ponte de capacidade reduzida (lance de fechamento diferente dos demais).

(b) O tabuleiro, constituído por vigas normais e afiladas, apresenta características semelhantes ao das portadas. Em pontes reforçadas, porém, sobre cada parte de margem e balanço, há um tabuleiro superposto, de vigas normais e curtas, cuja finalidade é a de enrijecer essas partes da ponte. Neste caso, os adaptadores de rodapé não são montados (no tabuleiro inferior) pois impediriam um apoio total de suas travessas de enrijecimento (do tabuleiro superposto). A largura do tabuleiro, em pontes normais e reforçadas, é maior nas partes de margem que na parte flutuante . Nos demais tipos, a largura mantém-se a mesma. Existem ainda, externamente ao tabuleiro, ao longo de toda a ponte, à jusante, vigas de reforço situadas à distâncias convenientes. As vigas afiladas são usadas como rampas ou, na falta delas, poderão ser empregados pranchões de madeira. Todavia, se não forem bem dispostos à entrada da ponte, as cargas de impacto poderão ser perigosamente maiores.

(c) Os encontros são constituídos de uma soleira de pranchões de madeira, sobre a qual se apoiam dois dormentes fixados às últimas travessas de enrijecimento da ponte. Para evitar possíveis deslizamentos dos dormentes sobre os pranchões, podem ser usadas estacas metálicas para melhor fixá-los.

(d) Em determinadas ocasiões, torna-se conveniente estender trechos de tabuleiro além dos encontros; trata-se do lance de aproximação. É constituído por vigas normais ou curtas, ou mesmo afiladas colocadas lado a lado, na mesma largura da via da ponte. Um segundo encontro com as mesmas características do primeiro é indispensável quando o lance for montado.

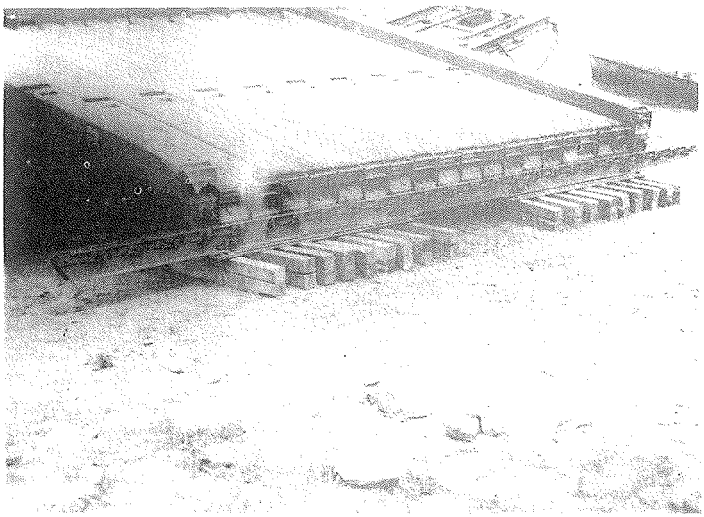


Figura 1-75. Aspecto de um encontro

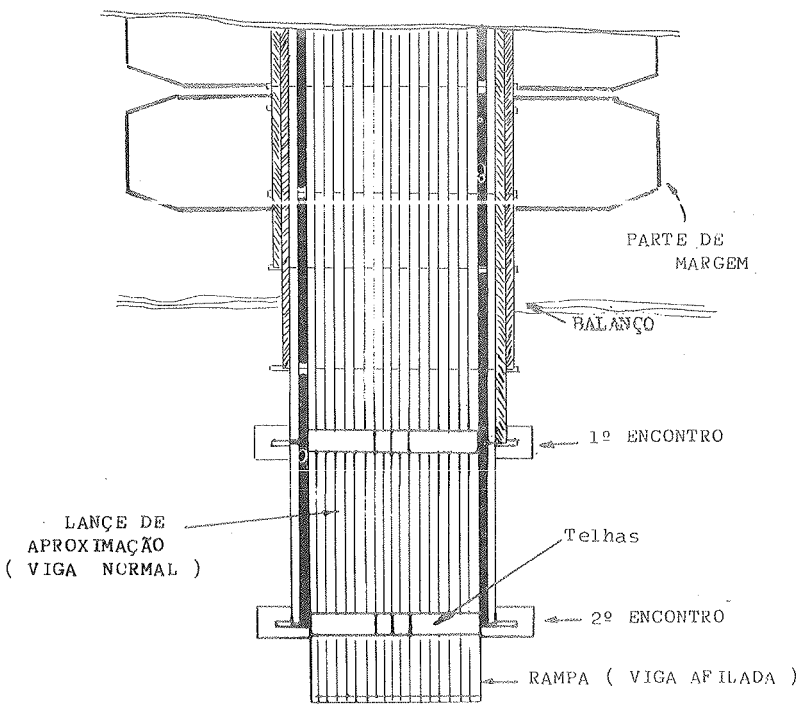


Figura 1-76. Exemplo de um lance de aproximação

(e) Nas articulações do tabuleiro, nas extremidades de lances de aproximação e rampas, telhas longas ou curtas são utilizadas como proteção contra lagartas de viaturas blindadas ou tratores.

(f) As capacidades dos diferentes tipos de pontes estão apresentadas na tabela 1-13. Para sua melhor visualização, foi feito um gráfico cartesiano. (Fig. 1-77).

(g) Quanto a possibilidades, a tabela 1-14 fornece os comprimentos máximos possíveis para diferentes números de equipagens.

(2) Pontes com meio – flutuadores – A estrutura das pontes de meio-flutuador é bastante semelhante a de pontes com flutuador inteiro. Sobre os meio-flutuadores, cujos espaçamentos são iguais aos das pontes normais com flutuador inteiro, é montada uma estrutura que apoia todo o vigamento do tabuleiro. As peças constituintes da referida estrutura estão apresentadas na tabela 1-12. O tabuleiro é constituído de duas passadeiras de vigas normais e afiladas com os rodapés nos seus bordos interiores, para assegurar que as viaturas trafeguem tanto quanto possível sobre o eixo da ponte, garantindo o seu equilíbrio.

(a) Nas rampas, tanto podem ser usadas vigas afiladas, como pranchões de madeira. Os lances de aproximação, que se estendem além do balanço, são constituídos de vigas normais, curtas ou afiladas colocadas lado a lado, obedecendo à mesma estrutura do tabuleiro (de duas passadeiras com rodapés internos). Nas articulações do tabuleiro, nas extremidades de lances de aproximação ou nas juntas rampa – balanço empregam-se telhas como proteção às lagartas de viaturas blindadas ou tratores.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
Painel de sela	4
Painel da prolonga	1
Travessa de sela – secção central	2
Prolonga	2
Adaptador da prolonga	2
Adaptador de sela normal ou de fechamento	2
Travessa de enrijecimento	2
Adaptador de rodapé	4

Tabela 1-12. Material constituinte da sela do meio flutuador.

TABELA 1-13. CAPACIDADE DE PONTES FLUTUANTES

TIPO DE PONTE	VELOCIDADE DE CORRENTE (m/s)																				
	0-0,9			1,5			2,1			2,4			2,7			3,0			3,3		
	S	P	R	S	P	R	S	P	R	S	P	R	S	P	R	S	P	R	S	P	R
NORMAL (COM FLUTUADOR INTEIRO)	(50) 55	(60) 61	(68) 69	(45) 55	(58) 59	(66) 67	(40) 50	(54) 55	(62) 63	(35) 45	(49) 51	(59) 60	(30) 40	(45) 47	(54) 56				(25) 30	(35) 37	(43) 45
NORMAL (COM MEIO FLUTUADOR)	18	20	23	16	18	21	13	15	18	11	13	15	7	9	11	4	5	7	0	1	2
REFORÇADA	(75) 75	(80) 80	(90) 90	(75) 75	(80) 80	(90) 90	(70) 75	(79) 79	(90) 90	(65) 70	(73) 73	(87) 87	(55) 60	(66) 67	(81) 81				(27) 30	(43) 45	(59) 60
SEMI-REDUZIDA	(23) 26	(26) 28	(30) 32	(22) 25	(24) 27	(29) 31	(19) 22	(21) 24	(27) 29	(17) 20	(19) 22	(24) 27	(15) 18	(17) 20	(22) 25				(9) 11	(12) 14	(17) 19
REDUZIDA	(14) 16	(16) 18	(18) 21	(13) 15	(15) 17	(17) 20	(12) 14	(13) 15	(16) 18	(11) 13	(12) 14	(15) 17	(9) 11	(10) 12	(14) 16				(6) 7	(7) 8	(10) 12
SUPER-REDUZIDA	(10) 12	(11) 13	(12) 15	(9) 11	(10) 12	(11) 14	(8) 9	(9) 10	(11) 13	(7) 8	(8) 9	(10) 12	(6) 7	(7) 8	(9) 11				(4) 4	(5) 5	(7) 8

OBSERVAÇÕES:
– OS VALORES ENTRE PARÊNTESES REPRESENTAM A CLASSE DE VIATURAS SOBRE RODAS; OS VALORES ABAIXO, A CLASSE DE VIATURAS SOBRE LAGARTAS.
– OS ESPAÇOS EM BRANCO CORRESPONDEM A VALORES NÃO FORNECIDOS PELO MANUAL ORIGINAL.
– SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS USADAS: . . .
S – TRAVESSIA COM SEGURANÇA
P – TRAVESSIA COM PRECAUÇÃO
R – TRAVESSIA COM RISCO

(b) O encontro das pontes normais com meio-flutuador é igual ao das pontes com flutuador inteiro.

(c) As capacidades das pontes flutuantes estão apresentadas na tabela 1-13. Para melhor visualização e comparação com as demais, é apresentado o gráfico cartesiano correspondente na Figura 1-77.

(d) As possibilidades, em termos de comprimento de ponte x número de equipagens, são apresentadas na tabela 1-14.

b. **Pontes fixas** — Pontes fixas são de grande valia na travessia de correntes estreitas ou brechas.

(1) Pontes biapoiadas — As pontes biapoiadas constituem-se, basicamente, de um tabuleiro semelhante ao das pontes flutuantes. Os seus comprimentos estão compreendidos entre 4,57 m (15') e 13,71 m (45') e suas larguras variam entre 20 e 26 vigas. As rampas, de vigas afiladas, não precisam ser necessariamente da mesma largura do tabuleiro. Basta que sejam dispostas de tal modo que possibilitem o ingresso das rodas ou lagartas de viaturas. Nas articulações da rampa, são usadas telhas de cobertura. Quando não houver disponibilidade de vigas afiladas, pode ser improvisada, no local, uma rampa de pranchões de madeira.

(a) Os encontros, sobre os quais fica apoiada a ponte, são semelhantes ao de pontes flutuantes: uma soleira e dois dormentes, fixados às travessas de enrijecimento de extremidade.

(b) A sinalização das pontes biapoiadas é idêntica à das pontes flutuantes.

(c) As pontes biapoiadas podem ser reforçadas com pilares expeditos, cavaletes, ou mesmo um tabuleiro superposto, semelhante ao usado nas partes de margem de pontes reforçadas.

(d) As capacidades são apresentadas na tabela 1-15 e, para sua melhor visualização, num gráfico cartesiano. As possibilidades, em termos de número de pontes x equipagem são apresentadas na tabela 1-16.

TABELA 1-14. POSSIBILIDADES DE CONSTRUÇÃO DE PONTES FLUTUANTES (EM METROS DE PONTE) EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE EQUIPAGENS

TIPO DE PONTE	NÚMERO DE EQUIPAGENS					
	1	2	3	4	5	N') 5
PONTE NORMAL (COM FLUTUADOR INTEIRO E MEIO FLUTUADOR)	43,18	88,90	130,05	171,20	212,34	6,64 + 41,14 x N'
PONTE REFORÇADA	0 (*)	47,75	66,04	84,33	102,62	11,17 + 18,29 x N'
PONTE SEMI-REDUZIDA	52,32	107,19	162,05	216,91	271,78	54,87 x N' – 2,57
PONTE REDUZIDA	0 (*)	107,19	162,05	216,91	271,78	54,87 x N' – 2,57
PONTE SUPER-REDUZIDA	0 (*)	107,19	162,05	216,91	271,78	54,87 x N' – 2,57

OBSERVAÇÕES:

– COM EXCESSÃO DE PONTES REFORÇADAS, A FALTA DE ADAPTADORES DE SELA NORMAIS NÃO LIMITA O COMPRIMENTO DA PONTE, POIS PODEM SER SUBSTITUÍDOS POR ADAPTADORES DE SELA DE FECHAMENTO.

– LANCES DE APROXIMAÇÃO NÃO FORAM CONSIDERADOS.

(*) ESSE VALOR SIGNIFICA NÃO PODEREM SER MONTADOS NEM 2 PARTES DE MARGEM, UNIDAS POR VIGAS NORMAIS.

TABELA 1.15 CAPACIDADES DE PONTES BIAPOIADAS

DISTÂNCIA ENTRE ENCONTROS	LARGURA DO TABULEIRO (EM VIGAS)	LARGURA DA VIA (EM VIGAS)	TRAVESSIA COM SEGURANÇA	TRAVESSIA COM PRECAUÇÃO	TRAVESSIA COM RISCO
4,572 m (15')	22	18	(120) 100	(120) 100	(120) 100
7,214 m (23'4")	22	18	(120) (*) 100	(120) (*) 100 (*)	(120) (*) 100
9,144 m (30')	22	16	(90) 70	(100) 80	(110) 90
		18	(85) 65	(100) 80	(110) 90
	24	18	(90) 70	(105) 85	(115) 95
11,884 m (38'4")	22	16	(50) 40	(70) 51	(78) 57
		18	(45) 35	(70) 51	(78) 57
	24	18	(55) 45	(75) 55	(85) 62
	26		(65) 50	(82) 50	(90) 67
13,716 m (45')	20	16	(24) 25	(40) 35	(47) 40
	22	16	(30) 30	(46) 40	(54) 45
		18	(24) 25	(46) 40	(54) 45
	24	16	(40) 35	(51) 43	(60) 49
		18	(30) 30	(51) 43	(60) 49
	26	16	(45) 40	(56) 46	(66) 53
		18	(40) 35	(56) 46	

OBSERVAÇÕES:
— OS VALORES ENTRE PARÊNTESES REPRESENTAM A CLASSE DE VIATURAS SOBRE RODAS; OS VALORES ABAIXO A CLASSE DE VIATURAS SOBRE LAGARTAS.
(*) CAPACIDADE LIMITADA PELA LARGURA DA VIA

TABELA 1-16. POSSIBILIDADES QUANTO A PONTES BIAPOIADAS (ATÉ 5 EQUIPAGENS)

DISTÂNCIA ENTRE OS ENCONTROS	4,57 m (15')		6,6 m (21'8")	7,12 m (23'4")	9,14 m (30')		11,18 m (36'8")			11,68 m (38'4")			13,72 m (45')		
LARGURA MÁXIMA DO TABULEIRO (EM VIGAS)	22	26	22	22	22	24	22	24	26	22	24	26	22	24	26
LARGURA DA VIA (EM VIGAS)	18	12	18	18	18		18			18			18	16	18
NÚMERO DE EQUIPAGENS	NÚMERO DE PONTES POSSÍVEIS														
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	0 1 2 3 4	1 2 3 4 5				0 1 2 3 4			1 2 3 4 5			0 1 2 3 4		

OBSERVAÇÕES:

– OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS CONSIDERANDO-SE UMA RAMPA DE VIGAS AFILADAS NA LARGURA DA VIA; CASO SEJA SUBSTITUÍDA POR PRANCHÕES DE MADEIRA, AS POSSIBILIDADES, PARA TODOS OS CASOS, PASSA A SER DE 3, 6, 9, 12, 15 PONTES PARA 1, 2, 3, 4, 5 EQUIPAGENS RESPECTIVAMENTE.

(2) Pontes sobre caveletes — As pontes sobre cavaletes podem ser descritas como constituídas de um tabuleiro apoiado em cavaletes geralmente agrupados, unidos entre si por meio de estais, o que assegura um escoramento mais adequado ao conjunto e uma maior estabilidade.

(a) O tabuleiro poderá estar apoiado direta ou indiretamente sobre os cavaletes. No primeiro caso, vigas normais, curtas ou afiladas, são colocadas lado a lado, de chapéu a chapéu. O conjunto assim constituído possui uma capacidade avaliada em 60 ton. Quando uma maior capacidade for desejada, por volta de 100 ton, apoia-se o tabuleiro de uma ponte biapoiada sobre um grupo de cavaletes, unidos entre si por onze vigas normais, curtas (intercaladas) ou então pranchões de 12' X 12'. Para evitar deslizamentos do tabuleiro assim suportado, fixam-se suas travessas de enrijecimento aos cavaletes com correntes, cabos ou mesmo arames.

(b) As rampas, os encontros e as sinalizações são semelhantes aos de pontes flutuantes (com flutuador inteiro).

(c) As pontes de cavaletes podem ser reforçadas, com pilares expeditos ou tabuleiros superpostos, como as pontes reforçadas.

(d) As possibilidades não foram aqui assinaladas, por serem inúmeras as construções possíveis com estes suportes.

1-12. PLANEJAMENTO

Este parágrafo apresenta as atividades de planejamento técnico de pontes, realizadas à retaguarda, suposto escolhido o tipo de ponte.

a. **Pontes flutuantes**

ATENÇÃO

Os seguintes dados, levantados pela turma de reconhecimento, são necessários ao planejamento de pontes flutuantes:

- Comprimento
- Tipo de solo das margens
- Área disponível para o canteiro de trabalho

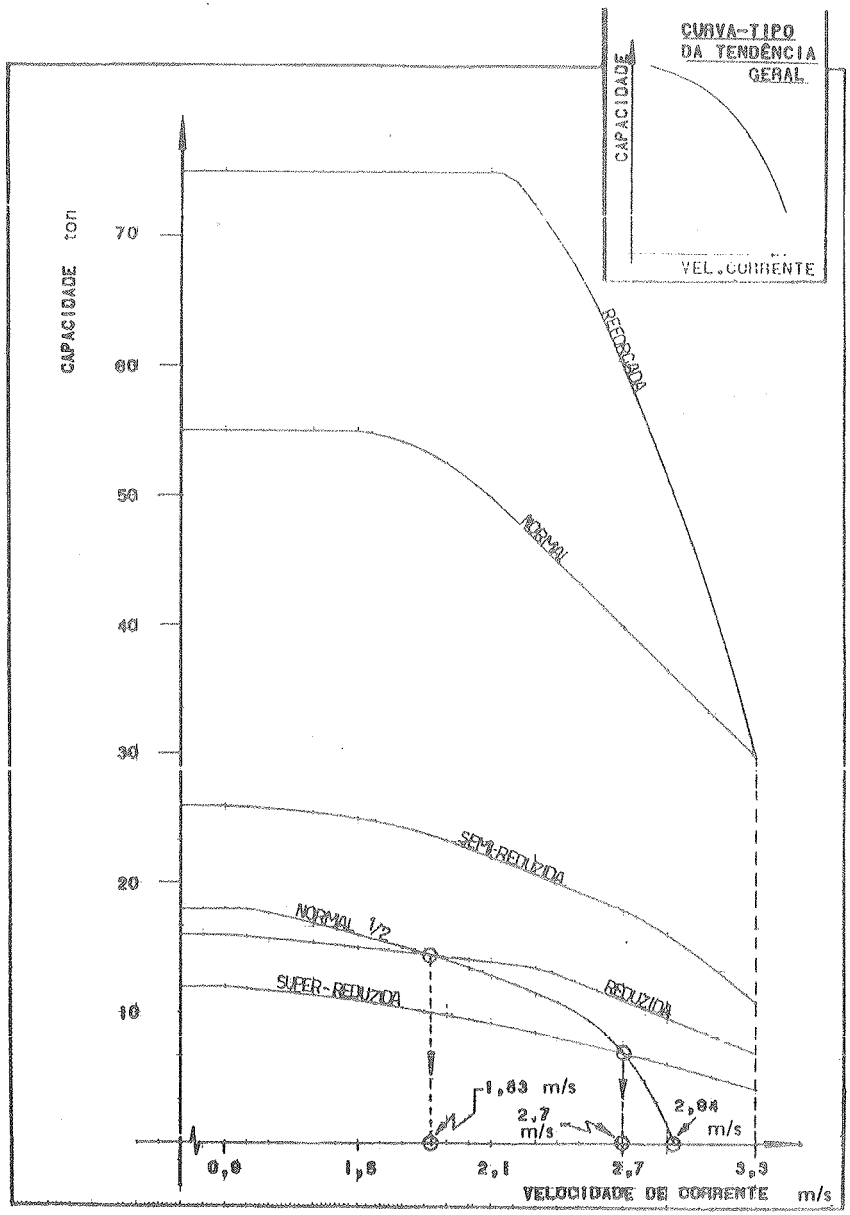


Figura 1-77. O diagrama apresenta o aspecto gráfico do relacionamento matemático em termos de CAPACIDADE X VELOCIDADE DE CORRENTE, para o caso particular (a título de exemplo) de viaturas sobre lagartas, cruzando a ponte flutuante em regime de segurança.

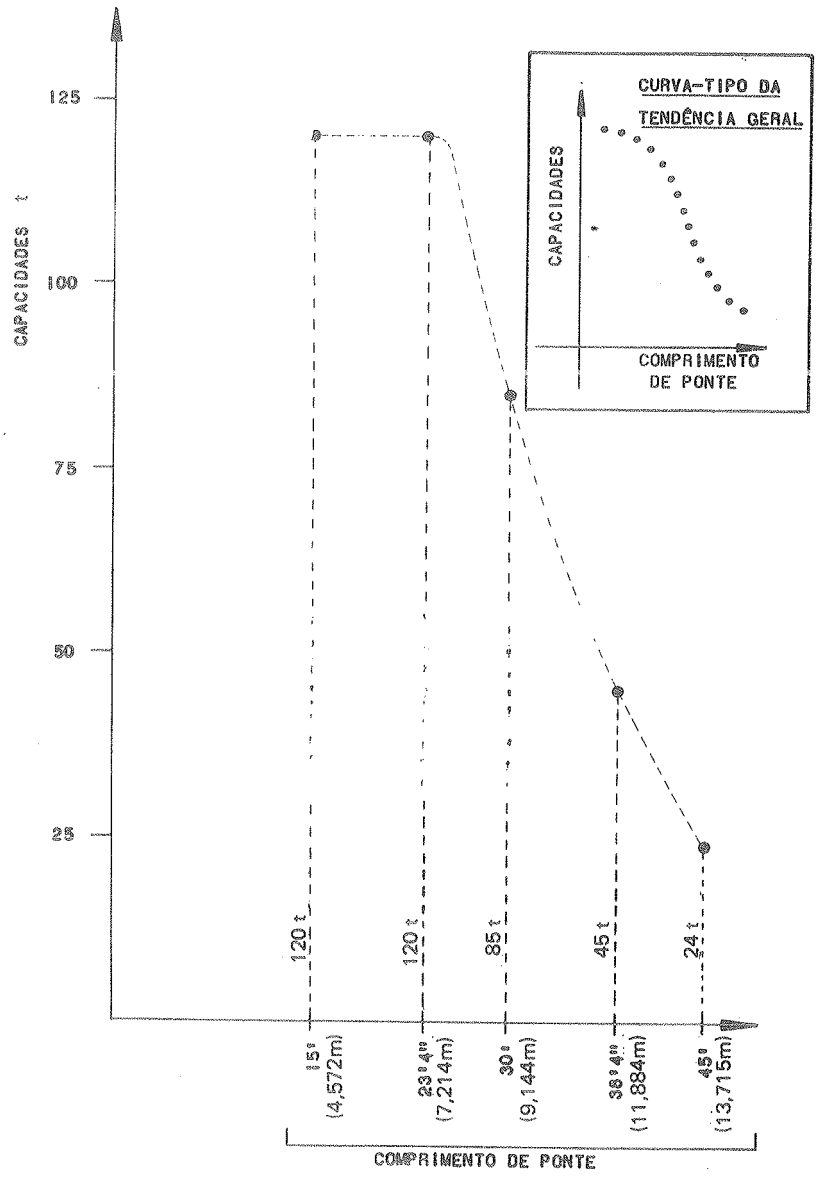


Figura 1-78. O diagrama apresenta o aspecto gráfico do relacionamento matemático em termos de CAPACIDADE X COMPRIMENTO DE PONTE, no caso particular (a título de exemplo) de pontes biapoiadas com tabuleiro de 22 vigas e via de 18 vigas, em regime de segurança.

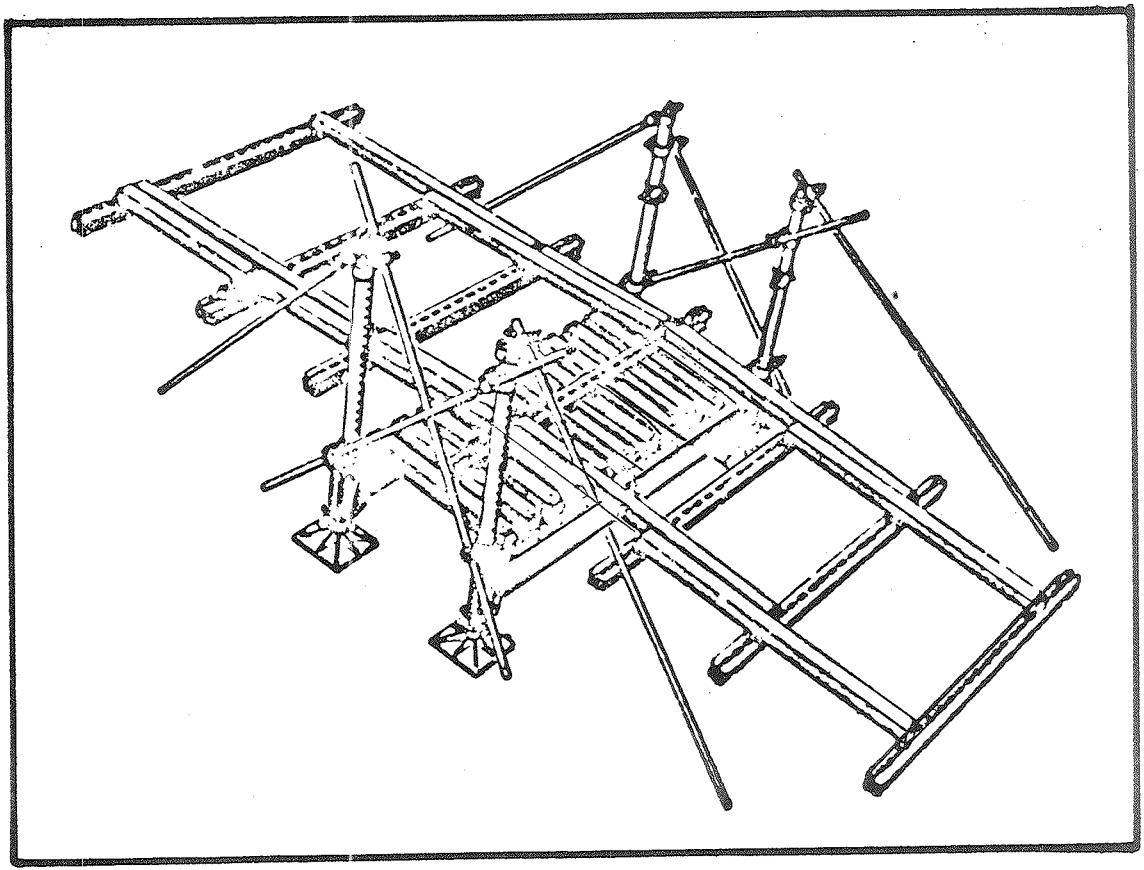


Figura 1-79. Grupo de cavaletes (unidos por vigas curtas, alternadas) apoiando uma estrutura esqueleto de um futuro trecho de tabuleiro. Tal estrutura deverá ser fixada ao grupo de cavaletes por meio de arames, cabos ou correntes de aço.

(1) Dimensionamento dos encontros — Os encontros devem ser corretamente dimensionados para suportar as cargas a que estarão sujeitos. Com relação à área de sua soleira, a tabela 1-20 fornece seus valores, em função do tipo de solo das margens e também da ponte escolhida. No que tange à sua localização (a dos primeiros encontros), deverão estar situados a 0,8 m aproximadamente, acima do nível da água, numa posição tal que haja ainda 1 m de água sob o primeiro suporte flutuante. Caso seja montado um lance de aproximação, o segundo encontro estará situado a uma distância do primeiro correspondente ao comprimento da viga utilizada. No caso de pontes reforçadas, o encontro deverá estar num nível compreendido entre o do tabuleiro inferior da parte de margem e 0,2 m acima deste.

(2) Material e equipamento — Os materiais necessários à montagem dos diferentes tipos de pontes estão apresentados nas tabelas de 1-21 à 1-26. Outros materiais e ainda equipamentos, também utilizados, estão na tabela 1-27. Será necessário acrescentar ainda os materiais da tabela 1-28, de acordo com cada tipo de ponte, se forem necessários lances de aproximação.

(3) Pessoal — O efetivo necessário para a montagem de uma ponte flutuante é o de 1 companhia de engenharia. Os destacamentos, conforme cada método de lançamento, estão apresentados nas tabelas 1-29 e 1-30. As tarefas dos destacamentos de suportes flutuantes, montagem da sela, montagem das partes e transportes dos flutuadores são as mesmas dos respectivos destacamentos em portadas. Ainda quanto ao destacamento de transporte dos flutuadores, se a ponte for montada por partes, ele se encarregará do transporte dos flutuadores até seu local de montagem (das partes). As tarefas dos demais destacamentos são as seguintes: (na ordem de execução)

(a) Destacamento de transporte das partes: Transportar as partes ao eixo longitudinal da ponte.

(b) Destacamento de ligações:

— auxiliar o destacamento de montagem de partes na montagem da parte de margem de 1a margem.

— conectar as partes à ponte.

(c) Destacamento de carregamento de vigas: O destacamento trabalha, inicialmente, dividido em dois subdestacamentos iguais. As tarefas são as seguintes:

— descarregar as vigas que serão utilizadas nas partes de margem;

— auxiliar o destacamento de instalação de vigas a montar as partes de margem;

— após a conclusão das partes de margem, os subdestacamentos voltam a exercer suas tarefas conjuntamente: descarregar as vigas e levá-las para serem incorporadas à ponte.

(d) Destacamento de instalação de vigas:

— montar as partes de margem (com auxílio de metade do destacamento de carregamento de vigas);

— unir os demais suportes flutuantes à ponte.

(e) Destacamento do encontro de 1a margem:

— montar o balanço de 1a. margem;

— montar o encontro de 1a. margem;

— instalar os balaústres e cabos de corrimão;

— montar o lance de aproximação de 1a. margem.

(f) Destacamento do encontro de 2a. margem:

— montar o balanço de 2a. margem;

— montar o encontro de 2a. margem;

— montar o lance de aproximação de 2a. margem.

(4) Canteiro de trabalho — Para a montagem de uma ponte flutuante tanto por suportes flutuantes sucessivos como por partes, os canteiros são os mesmos que foram sugeridos para as portadas. Quando necessário, deverão ser previstos diversos canteiros interligados por estradas.

(5) Tempo de construção — Para as pontes flutuantes, valem as mesmas informações já citadas para as portadas. Algumas considerações suplementares, como o tempo necessário para instalação das partes de margem e montagem de cavaletes, quando necessários, e pela instalação do sistema de ancoragem adotado, devem ser previamente analisados.

(a) Evidentemente, o comprimento das pontes influencia nos tempos de construção. A tabela 1-17 apresenta uma apreciação, em termos generalizados (para qualquer tipo de ponte, com flutuador inteiro), dos tempos de montagem demandados em função do comprimento de ponte.

COMPRIMENTO DE PONTE (m)	Nº DE LOCAIS DE MONTAGEM	TEMPO (HORAS)
45	2	2
75	2	3
150	2	5
300	2	10

Tabela 1-17. Tempo de montagem de pontes flutuantes em geral (com flutuador inteiro)

(b) Com relação às pontes com meio-flutuador, o tempo requerido pelas operações básicas, como a montagem das secções, é fornecido pela tabela 1-18, considerando-se as mesmas condições já definidas anteriormente.

OPERAÇÃO	TEMPO MÉDIO (MINUTOS)
Desenrolar e inflar o meio-flutuador	5
Montar a sela sobre o meio-flutuador e lançá-lo à água	6 1/2
Instalação das passadeiras com 12 vigas sobre a sela	5

Tabela 1-18. Tempo de montagem de uma secção com meio-flutuador.

(c) A tabela 1-19 apresenta uma apreciação, em termos gerais, do tempo de montagem requerido por pontes de meio-flutuador em função de seu comprimento.

COMPRIMENTO DE PONTE (m)	Nº DE LOCAIS DE MONTAGEM	TEMPO (HORAS)
200	3	2
350	3	3
550	3	4

Tabela 1-19. Tempo de montagem de pontes flutuantes em geral (com meio-flutuador)

b. **Pontes fixas**

ATENÇÃO

Os seguintes dados, levantados pela turma de reconhecimento, são necessários ao planejamento de pontes fixas:

- comprimento da ponte
- tipo de solo das margens

(1) Pontes biapoiadas

(a) Dimensionamento dos encontros — Os encontros deverão ser bem dimensionados para suportar a carga a que estarão sujeitos. Por essa razão, deve ser determinada a área de sua soleira, de acordo com o comprimento da ponte e tipo de solo das margens. A tabela 1-31 fornece essas informações.

(b) Material — O material necessário para a montagem de pontes biapoiadas está relacionado nas tabelas 1-32 e 1-33. Se a ponte for lançada por um guincho ou uma estrutura em "A" montados sobre uma viatura, a escolha dos equipamentos será função do peso da estrutura lançada, cujos valores encontram-se discriminados na tabela 1-34.

(c) Tempo de construção — Com o efetivo de 14 homens e sem equipamentos especiais, um vão de 11,58 m (38') pode ser montado em 30 minutos.

(d) O pessoal e a disposição do canteiro de trabalho ficam a critério do comandante da ponte.

(2) Pontes de cavaletes

(a) Dimensionamento dos encontros — Os encontros deverão ser dimensionados para suportar as cargas a que estarão sujeitos. A tabela 1-35 fornece a área da sua soleira em função do tipo de ponte utilizada (classe 60 ou 100) e do tipo de solo das margens.

(b) Material e equipamento — Na tabela 1-36 estão relacionados o material e o equipamento necessários para a montagem de pontes de cavaletes.

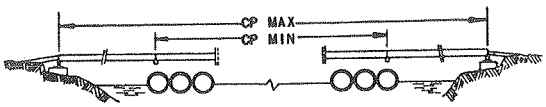
(c) O pessoal, a disposição do canteiro de trabalho fica a critério do comandante da ponte.

TABELA 1-20. ÁREA DA SOLEIRA DO ENCONTRO PARA PONTES FLUTUANTES

SOLO		ÁREA DO ENCONTRO (m²)					
DESCRIÇÃO GERAL	CONDIÇÕES EM QUE SE ENCONTRA	PONTE NORMAL COM FLUTUADOR INTEIRO. (78 t (*))	PONTE NORMAL COM MEIO FLUTUADOR. (26 t (*))	PONTE REFORÇADA (100 t (*))	PONTE SEMI-REDUZIDA (36 t (*))	PONTE REDUZIDA (24 t (*))	PONTE SUPER-REDUZIDA (17 t (*))
SOLOS DE GRANULAÇÃO FINA: ARGILAS, SÍLICO-ARGILAS, AREIAS MUITO FINAS OU MISTURAS DESSES CONTENDO ALGUMAS PARTÍCULAS GRAÚDAS DE AREIA OU CASCALHO. CLASSIFICAÇÃO: MH, CH, OH, ML, CL, OL.	MOLE, NÃO CONSOLIDADO COM ALTA PERCENTAGEM DE UMIDADE (LAMA)	15,7	5,4	20,7	7,5	5	3,6
	FIRME, CONSOLIDADO PARCIALMENTE COM MÉDIA PERCENTAGEM DE UMIDADE	4	1,4	5,2	1,9	1,3	0,9
	DURO, BEM CONSOLIDADO COM BAIXA PERCENTAGEM DE UMIDADE (DE LIGEIRAMENTE SECO PARA SECO)	2	0,7	2,6	1	0,7	0,5
AREIAS E SOLOS ARENOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUMA SÍLICA ARGILOSA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: SW, SC, SP, SF.	FROUXO, SOLTO	6,3	1,8	8,9	2,5	1,7	1,2
	FROUXO, CONFINADO	3,2	1,1	4,2	1,5	1	0,8
	COMPACTO	1,6	0,8	2,1	0,8	0,5	0,4
CASCALHO E SOLOS CASCALHOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUNS AREIA, SÍLICO-ARGILA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: GW, GC, GP.	FROUXO, SOLTO	4		5,2	1,9	1,3	0,9
	FROUXO, CONFINADO	2,7	0,9	3,5	1,3	0,9	0,6
	COMPACTO	1,4	0,5	1,8	0,7	0,6	0,3
	AREIA E CASCALHO AGLUTINADOS	1	0,4	1,3	0,5	0,4	0,3
ROCHA	ROCHA DE QUALIDADE INFERIOR, BRANDA E PARTIDA	1,6	0,6	2,1	0,8	0,5	0,4
	ROCHA DE BOA QUALIDADE, DURA E MACIÇA	0,8	0,3	1,1	0,4	0,3	0,2

OBSERVAÇÕES:
(*) CARGA QUE A SOLEIRA DEVERÁ SUPORTAR (VALOR CALCULADO LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO OS DADOS REFERENTES A SOLEIRA DOS ENCONTROS DE PONTES REFORÇADAS).

TABELA 1-21. MATERIAL PARA PONTES NORMAIS (COM FLUTUADORES INTEIROS)



$$CP\ MAX = 38{,}61 + 4{,}57.\ (\bar{N} - 1)$$

onde $\bar{N}$ é o nº de flutuadores da parte flutuante

$$CP\ MIN = CP\ MAX - 12{,}49$$

CP MAX	CP MIN	MF	BC	PS	PP	SC	SE	P	ASN	ASF	TE	AR (*)	VN	VA (**)	B (+)	BT (++)
34.04	21.54	12	18	48	12	12	24	24	8	4	18	36	174	58	14	48
38.61	26.11	14	21	56	14	14	28	28	10	4	20	40	196	58	16	56
43.18	30.68	16	24	64	16	16	32	32	12	4	22	44	218	58	18	64
47.75	35.26	18	27	72	18	18	36	36	14	4	24	48	240	58	20	72
52.32	39.83	20	30	80	20	20	40	40	16	4	26	52	262	58	22	80
56.90	44.40	22	33	88	22	22	44	44	18	4	28	56	284	58	24	88
61.47	48.97	24	36	96	24	24	48	48	20	4	30	60	306	58	26	96
66.04	53.54	26	39	104	26	26	52	52	22	4	32	64	328	58	28	104
70.61	58.12	28	42	112	28	28	56	56	24	4	34	68	350	58	30	112
75.18	62.69	30	45	120	30	30	60	60	26	4	36	72	372	58	32	120
79.76	67.26	32	48	128	32	32	64	64	28	4	38	76	394	58	34	128
84.33	71.83	34	51	136	34	34	68	68	30	4	40	80	416	58	36	136
88.90	76.40	36	54	144	36	36	72	72	32	4	42	84	438	58	38	144
93.47	80.98	38	57	152	38	38	76	76	34	4	44	88	460	58	40	152
98.04	85.55	40	60	160	40	40	80	80	36	4	46	92	482	58	42	160
102.62	90.12	42	63	168	42	42	84	84	38	4	48	96	504	58	44	168
107.19	94.69	44	66	176	44	44	88	88	40	4	50	100	526	58	46	176
111.76	99.26	46	69	184	46	46	92	92	42	4	52	104	548	58	48	184
116.33	103.84	48	72	192	48	48	96	96	44	4	54	108	570	58	50	192
120.90	108.41	50	75	200	50	50	100	100	46	4	56	112	592	58	52	200
125.48	112.98	52	78	208	52	52	104	104	48	4	58	116	614	58	54	208
130.05	117.55	54	81	216	54	54	108	108	50	4	60	120	636	58	56	216
134.62	122.12	56	84	224	56	56	112	112	52	4	62	124	658	58	58	224
139.19	126.70	58	87	232	58	58	116	116	54	4	64	128	680	58	60	232
143.76	131.27	60	90	240	60	60	120	120	56	4	66	132	702	58	62	240
148.34	135.84	62	93	248	62	62	124	124	58	4	68	136	724	58	64	248
152.91	140.41	64	96	256	64	64	128	128	60	4	70	140	746	58	66	256
157.48	144.98	66	99	264	66	66	132	132	62	4	72	144	768	58	68	264
162.05	149.56	68	102	272	68	68	136	136	64	4	74	148	790	58	70	272
166.62	154.13	70	105	280	70	70	140	140	66	4	76	152	812	58	72	280
171.20	158.70	72	108	288	72	72	144	144	68	4	78	156	834	58	74	288
175.77	163.27	74	111	296	74	74	148	148	70	4	80	160	856	58	76	296
180.34	167.84	76	114	304	76	76	152	152	72	4	82	164	878	58	78	304
184.91	172.42	78	117	312	78	78	156	156	74	4	84	168	900	58	80	312
189.48	176.99	80	120	320	80	80	160	160	76	4	86	172	922	58	82	320
194.06	181.56	82	123	328	82	82	164	164	78	4	88	176	944	58	84	328
198.63	186.13	84	126	336	84	84	168	168	80	4	90	180	966	58	86	336
203.20	190.70	86	129	344	86	86	172	172	82	4	92	184	988	58	88	344
207.77	195.28	88	132	352	88	88	176	176	84	4	94	188	1010	58	90	352
212.34	199.85	90	135	360	90	90	180	180	86	4	96	192	1032	58	92	360

OBSERVAÇÕES:
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MAXIMOS POSSIVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.
- O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:

MF – MEIO FLUTUADOR
BC – BARRA DE CONEXÃO
PS – PAINEL DE SELA
PP – PAINEL DA PROLONGA
SC – SEC. CENTRAL DA TRAV. DE SELA
SE – SECÇÃO DE EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA
P – PROLONGA
ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL
ASF – ADAPTADOR DE SELA DE FECHAMENTO
TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
AR – ADAPTADOR DO RODAPÉ
VN – VIGA NORMAL
VA – VIGA AFILADA
B – BALAÚSTRE
BT – BLOCO TRAPEZOIDAL

- NÃO FORAM CONSIDERADOS OS MATERIAIS RELATIVOS A LANCES DE APROXIMAÇÃO E VIGAMENTO DE REFORÇO (AO LONGO DA PONTE)
- OS VALORES DESTA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(*) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO.

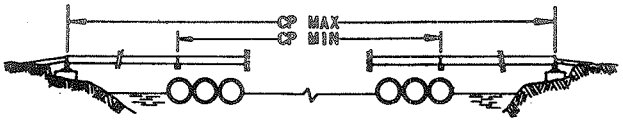
(**) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSÁRIAS, 36 PODEM SER SUBSTITUÍDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE).

(+) NÃO FORAM CONSIDERADOS BALAÚSTRES NAS EXTREMIDADES DO RODAPÉ.

(++) SOMENTE NECESSÁRIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO A RETAGUARDA.

⟹ DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES, 4 TELHAS LONGAS E 4 TELHAS CURTAS.

TABELA 1-22. MATERIAIS PARA PONTES REFORÇADAS



CP MAX = 38,61 + 9,14. (N° – 1)

onde N°é o nº de grupos de 3 flutuadores da parte flutuante da ponte

CP MIN = CP MAX – 11,78

CP MAX	CPMIN	MF	BC	PS	PP	SC	SE	P	ASN	ASF	TE	AR (°)	VN	VC	VA (°°)	B (+)	BT (++)
29.46	17.68	12	18	48	12	12	24	24	4	8	30	24	240	44	94	8	48
38.61	26.82	18	27	72	18	18	36	36	6	12	36	36	284	44	94	8	72
47.75	35.97	24	36	96	24	24	48	48	8	16	42	48	328	44	94	12	96
56.90	45.11	30	45	120	30	30	60	60	10	20	48	60	372	44	94	16	120
66.04	54.25	36	54	144	36	36	72	72	12	24	54	72	416	44	94	20	144
75.18	63.40	42	63	168	42	42	84	84	14	28	60	84	460	44	94	24	168
84.33	72.54	48	72	192	48	48	96	96	16	32	66	96	504	44	94	28	192
93.47	81.69	54	81	216	54	54	108	108	18	36	72	108	548	44	94	32	216
102.62	90.83	60	90	240	60	60	120	120	20	40	78	120	592	44	94	36	240

OBSERVAÇÕES:

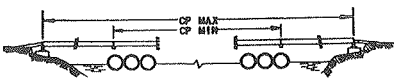
– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS

– O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:

MF – MEIO FLUTUADOR
BC – BARRA DE CONEXÃO
PS – PAINEL DE SELA
PP – PAINEL DA PROLONGA
SC – SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
SE – SECÇÃO DE EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA
P – PROLONGA
ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL
ASF – ADAPTADOR DE SELA DE FECHAMENTO
TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
AR – ADAPTADOR DO RODAPÉ
VN – VIGA NORMAL
VC – VIGA CURTA
VA – VIGA AFILADA
B – BALAÚSTRE
BL – BLOCO TRAPEZOIDAL

– NÃO FORAM CONSIDERADOS OS MATERIAIS RELATIVOS A LANCES DE APROXIMAÇÃO E VIGAMENTO DE REFORÇO (AO LONGO DA PONTE).
– OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
(°) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO (SALVO NAS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO DOS FLUTUADORES DAS PARTES DA MARGEM).
(°°) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSÁRIAS, 72 PODEM SER SUBSTITUIDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE E DO TABULEIRO SUPERPOSTO).
(+) NÃO FORAM CONSIDERADOS BALAÚSTRES NAS EXTREMIDADES DO RODAPÉ.
(++) SOMENTE NECESSÁRIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO A RETAGUARDA.
→ DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES, 8 TELHAS LONGAS E 8 TELHAS CURTAS

TABELA 1-23. MATERIAIS PARA PONTES SEMI-REDUZIDAS



CP MAX = 52,32 + 9,14. (Ñ – 1) — Pontes com o lance de fechamento diferente dos demais

CP MAX = 56,90 + 9,14. (Ñ – 1) — Pontes com todos os lances iguais.

onde Ñ é o nº de flutuadores da parte flutuante da ponte

CP MIN = CP MAX – 17,58

CP MAX	CP MIN	MF	BC	PS	PP	SC	SE	P	ASN	TE	AR (*)	VN	VA (**)	B (+)	BT (++)
43.18	25.60	12	18	48	12	12	24	24	12	20	40	162	46	18	48
47.75	30.18	12	18	48	12	12	24	24	12	22	44	180	46	20	48
52.32	34.75	14	21	56	14	14	28	28	14	24	48	198	46	22	56
56.90	39.32	14	21	56	14	14	28	28	14	26	52	216	46	24	56
61.47	43.89	16	24	64	16	16	32	32	16	28	56	234	46	26	64
66.04	48.46	16	24	64	16	16	32	32	16	30	60	252	46	28	64
70.61	53.04	18	27	72	18	18	36	36	18	32	64	270	46	30	72
75.18	57.61	18	27	72	18	18	36	36	18	34	68	288	46	32	72
79.76	62.18	20	30	80	20	20	40	40	20	36	72	306	46	34	80
84.33	66.75	20	30	80	20	20	40	40	20	38	76	324	46	36	80
88.90	71.32	22	33	88	22	22	44	44	22	40	80	342	46	38	88
93.47	75.90	22	33	88	22	22	44	44	22	42	84	360	46	40	88
98.04	80.47	24	36	96	24	24	48	48	24	44	88	378	46	42	96
102.62	85.04	24	36	96	24	24	48	48	24	46	92	396	46	44	96
107.19	89.61	26	39	104	26	26	52	52	26	48	96	414	46	46	104
111.76	94.18	26	39	104	26	26	52	52	26	50	100	432	46	48	104
116.33	98.76	28	42	112	28	28	56	56	28	52	104	450	46	50	112
120.90	103.33	28	42	112	28	28	56	56	28	54	108	468	46	52	112
125.48	107.90	30	45	120	30	30	60	60	30	56	112	486	46	54	120
130.05	112.47	30	45	120	30	30	60	60	30	58	116	504	46	56	120
134.62	117.04	32	48	128	32	32	64	64	32	60	120	522	46	58	128
139.19	121.62	32	48	128	32	32	64	64	32	62	124	540	46	60	128
143.76	126.19	34	51	136	34	34	68	68	34	64	128	558	46	62	136
148.34	130.76	34	51	136	34	34	68	68	34	66	132	576	46	64	136
152.91	135.33	36	54	144	36	36	72	72	36	68	136	594	46	66	144
157.48	139.90	36	54	144	36	36	72	72	36	70	140	612	46	68	144
162.05	144.48	38	57	152	38	38	76	76	38	72	144	630	46	70	152
166.62	149.05	38	57	152	38	38	76	76	38	74	148	648	46	72	152
171.20	153.62	40	60	160	40	40	80	80	40	76	152	666	46	74	160
175.77	158.19	40	60	160	40	40	80	80	40	78	156	684	46	76	160
180.34	162.76	42	63	168	42	42	84	84	42	80	160	702	46	78	168
184.91	167.34	42	63	168	42	42	84	84	42	82	164	720	46	80	168
189.48	171.91	44	66	176	44	44	88	88	44	84	168	738	46	82	176
194.06	176.48	44	66	176	44	44	88	88	44	86	172	756	46	84	176
198.63	181.05	46	69	184	46	46	92	92	46	88	176	774	46	86	184
203.20	185.62	46	69	184	46	46	92	92	46	90	180	792	46	88	184
207.77	190.20	48	72	192	48	48	96	96	48	92	184	810	46	90	192
212.34	194.77	48	72	192	48	48	96	96	48	94	188	828	46	92	192
216.92	199.34	50	75	200	50	50	100	100	50	96	192	846	46	94	200
221.49	203.91	50	75	200	50	50	100	100	50	98	196	864	46	96	200
226.06	208.48	52	78	208	52	52	104	104	52	100	200	882	46	98	208
230.63	213.06	52	78	208	52	52	104	104	52	102	204	900	46	100	208
235.20	217.63	54	81	216	54	54	108	108	54	104	208	918	46	102	216
239.78	222.20	54	81	216	54	54	108	108	54	106	212	936	46	104	216
244.35	226.77	56	84	224	56	56	112	112	56	108	216	954	46	106	224
248.92	231.34	56	84	224	56	56	112	112	56	110	220	972	46	108	224
253.49	235.92	58	87	232	58	58	116	116	58	112	224	990	46	110	232
258.06	240.49	58	87	232	58	58	116	116	58	114	228	1008	46	112	232
262.64	245.06	60	90	240	60	60	120	120	60	116	232	1026	46	114	240
267.21	249.63	60	90	240	60	60	120	120	60	118	236	1044	46	116	240
271.78	254.20	62	93	248	62	62	124	124	62	120	240	1062	46	118	248

OBSERVAÇÕES:

– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MAXIMOS POSSIVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.

– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.

- O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:
  - MF – MEIO FLUTUADOR
  - BC – BARRA DE CONEXÃO
  - PS – PAINEL DE SELA
  - PP – PAINEL DA PROLONGA
  - SC – SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
  - SE – SECÇÃO DE EXTREM. DA TRAV. DE SELA
  - P – PROLONGA
  - ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL
  - TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
  - AR – ADAPTADOR DO RODAPE
  - VN – VIGA NORMAL
  - VA – VIGA AFILADA
  - B – BALAUSTRE
  - BT – BLOCO TRAPEZOIDAL
- NÃO FORAM CONSIDERADOS OS MATERIAIS RELATIVOS A LANCES DE APROXIMAÇÃO E VIGAMENTO DE REFORÇO (AO LONGO DA PONTE).
- OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(*) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO

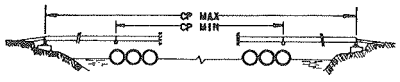
(**) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSÁRIAS, 28 PODEM SER SUBSTITUIDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE)

(+) NÃO FORAM CONSIDERADOS BALAUSTRES NAS EXTREMIDADES DO RODAPÉ.

(++) SOMENTE NECESSÁRIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO À RETAGUARDA.

⟶ DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES E 4 TELHAS LONGAS.

TABELA 1.24. MATERIAIS PARA PONTES REDUZIDAS



CP MAX = 66,06 + 13,72. (Ñ – 1)
CP MAX = 70,63 + 13,72. (Ñ – 1)
} Pontes com o lance de fechamento diferente dos demais

CP MAX = 75,20 + 13,72. (Ñ – 1)
} Pontes com todos os lances iguais.

onde Ñ é o nº de flutuadores da parte flutuante da ponte

CP MIN = CP MAX – 17,58

CP MAX	CP MIN	MF	BC	PS	PP	SC	SE	P	ASN	TE	AR (*)	VN	VA (**)	B (+)	BT (++)
52.34	34.77	12	18	48	12	12	24	24	12	24	48	176	44	22	48
56.92	39.34	12	18	48	12	12	24	24	12	26	52	192	44	24	48
61.49	43.91	12	18	48	12	12	24	24	12	28	56	208	44	26	48
66.06	48.48	14	21	56	14	14	28	28	14	30	60	224	44	28	56
70.63	53.06	14	21	56	14	14	28	28	14	32	64	240	44	30	56
75.20	57.63	14	21	56	14	14	28	28	14	34	68	256	44	32	56
79.78	62.20	16	24	64	16	16	32	32	16	36	72	272	44	34	64
84.35	66.77	16	24	64	16	16	32	32	16	38	76	288	44	36	64
88.92	71.34	16	24	64	16	16	32	32	16	40	80	304	44	38	64
93.49	75.92	18	27	72	18	18	36	36	18	42	84	320	44	40	72
98.06	80.49	18	27	72	18	18	36	36	18	44	88	336	44	42	72
102.64	85.06	18	27	72	18	18	36	36	18	46	92	352	44	44	72
107.21	89.63	20	30	80	20	20	40	40	20	48	96	368	44	46	80
111.78	94.20	20	30	80	20	20	40	40	20	50	100	384	44	48	80
116.35	98.78	20	30	80	20	20	40	40	20	52	104	400	44	50	80
120.92	103.35	22	33	88	22	22	44	44	22	54	108	416	44	52	88
125.50	107.92	22	33	88	22	22	44	44	22	56	112	432	44	54	88
130.07	112.49	22	33	88	22	22	44	44	22	58	116	448	44	56	88
134.64	117.06	24	36	96	24	24	48	48	24	60	120	464	44	58	96
139.21	121.64	24	36	96	24	24	48	48	24	62	124	480	44	60	96
143.78	126.21	24	36	96	24	24	48	48	24	64	128	496	44	62	96
148.36	130.78	26	39	104	26	26	52	52	26	66	132	512	44	64	104
152.93	135.35	26	39	104	26	26	52	52	26	68	136	528	44	66	104
157.50	139.92	26	39	104	26	26	52	52	26	70	140	544	44	68	104
162.07	144.50	28	42	112	28	28	56	56	28	72	144	560	44	70	112
166.64	149.07	28	42	112	28	28	56	56	28	74	148	576	44	72	112
171.22	153.64	28	42	112	28	28	56	56	28	76	152	592	44	74	112
175.79	158.21	30	45	120	30	30	60	60	30	78	156	608	44	76	120
180.36	162.78	30	45	120	30	30	60	60	30	80	160	624	44	78	120
184.93	167.36	30	45	120	30	30	60	60	30	82	164	640	44	80	120
189.50	171.93	32	48	128	32	32	64	64	32	84	168	656	44	82	128
194.08	176.50	32	48	128	32	32	64	64	32	86	172	672	44	84	128
198.65	181.07	32	48	128	32	32	64	64	32	88	176	688	44	86	128
203.22	185.64	34	51	136	34	34	68	68	34	90	180	704	44	88	136
207.79	190.22	34	51	136	34	34	68	68	34	92	184	720	44	90	136
212.36	194.79	34	51	136	34	34	68	68	34	94	188	736	44	92	136
216.94	199.36	36	54	144	36	36	72	72	36	96	192	752	44	94	144
221.51	203.93	36	54	144	36	36	72	72	36	98	196	768	44	96	144
226.08	208.50	36	54	144	36	36	72	72	36	100	200	784	44	98	144
230.65	213.08	38	57	152	38	38	76	76	38	102	204	800	44	100	152
235.22	217.65	38	57	152	38	38	76	76	38	104	208	816	44	102	152
239.80	222.22	38	57	152	38	38	76	76	38	106	212	832	44	104	152
244.37	226.79	40	60	160	40	40	80	80	40	108	216	848	44	106	160
248.94	231.36	40	60	160	40	40	80	80	40	110	220	864	44	108	160
253.51	235.94	40	60	160	40	40	80	80	40	112	224	880	44	110	160
258.08	240.51	42	63	168	42	42	84	84	42	114	228	896	44	112	168
262.66	245.08	42	63	168	42	42	84	84	42	116	232	912	44	114	168
267.23	249.65	42	63	168	42	42	84	84	42	118	236	928	44	116	168
271.80	254.22	44	66	176	44	44	88	88	44	120	240	944	44	118	176
276.37	258.80	44	66	176	44	44	88	88	44	122	244	960	44	120	176
280.94	263.37	44	66	176	44	44	88	88	44	124	248	976	44	122	176

OBSERVAÇÕES:

OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS

OS COMPRIMENTOS DE PONTES ESTÃO EXPRESSOS EM METROS

O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:

MF MEIO FLUTUADOR
BC BARRA DE CONEXÃO
PS PAINEL DE SELA
PP PAINEL DA PROLONGA
SC SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
SE – SECÇÃO DE EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA
P – PROLONGA
ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL
TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
AR – ADAPTADOR DO RODAPE
VN – VIGA NORMAL
VA – VIGA AFILADA
B – BALAUSTRE
BT – BLOCO TRAPEZOIDAL

NÃO FORAM CONSIDERADOS OS MATERIAIS RELATIVOS A LANCES DE APROXIMAÇÃO E VIGAMENTO DE REFORÇO (AO LONGO DA PONTE)

OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(*) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO.

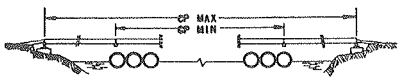
(**) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSÁRIAS, 28 PODEM SER SUBSTITUIDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE)

(+) NÃO FORAM CONSIDERADOS BALAUSTRES NAS EXTREMIDADES DO RODAPE.

(++) SOMENTE NECESSÁRIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO A RETAGUARDA.

→ DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES 4 TELHAS LONGAS

TABELA 1-25. MATERIAL PARA PONTES SUPER-REDUZIDAS



CP MAX = 79,76 + 18,29. (N̄ – 1)
CP MAX = 84,33 + 18,29. (N̄ – 1)
CP MAX = 88,90 + 18,29. (N̄ – 1)
} Pontes com o lance de fechamento diferente dos demais

CP MAX = 93,47 + 18,29. (N̄ – 1) } Pontes com lances iguais

CP MIN = CP MAX – 17,58

Onde N̄ é o nº de suportes flutuantes da parte flu da Pnt.

CP MAX	CP MIN	MF	BC	PS	PP	SC	SE	P	ASN	TE	AR (*)	VN	VA (**)	B (+)	BT (++)
61.46	43.89	12	18	48	12	12	24	24	12	28	56	182	38	26	48
66.04	48.46	12	18	48	12	12	24	24	12	30	60	196	38	28	48
70.61	53.03	12	18	48	12	12	24	24	12	32	64	210	38	30	48
75.18	57.60	12	18	48	12	12	24	24	12	34	68	224	38	32	48
79.75	62.18	14	21	56	14	14	28	28	14	36	72	238	38	34	56
84.32	66.75	14	21	56	14	14	28	28	14	38	76	252	38	36	56
88.90	71.32	14	21	56	14	14	28	28	14	40	80	266	38	38	56
93.47	75.89	14	21	56	14	14	28	28	14	42	84	280	38	40	56
98.04	80.46	16	24	64	16	16	32	32	16	44	88	294	38	42	64
102.61	85.04	16	24	64	16	16	32	32	16	46	92	308	38	44	64
107.18	89.61	16	24	64	16	16	32	32	16	48	96	322	38	46	64
111.76	94.18	16	24	64	16	16	32	32	16	50	100	336	38	48	64
116.33	98.75	18	27	72	18	18	36	36	18	52	104	350	38	50	72
120.90	103.32	18	27	72	18	18	36	36	18	54	108	364	38	52	72
125.47	107.90	18	27	72	18	18	36	36	18	56	112	378	38	54	72
130.04	112.47	18	27	72	18	18	36	36	18	58	116	392	38	56	72
134.62	117.04	20	30	80	20	20	40	40	20	60	120	406	38	58	80
139.19	121.61	20	30	80	20	20	40	40	20	62	124	420	38	60	80
143.76	126.18	20	30	80	20	20	40	40	20	64	128	434	38	62	80
148.33	130.76	20	30	80	20	20	40	40	20	66	132	448	38	64	80
152.90	135.33	22	33	88	22	22	44	44	22	68	136	462	38	66	88
157.48	139.90	22	33	88	22	22	44	44	22	70	140	476	38	68	88
162.05	144.47	22	33	88	22	22	44	44	22	72	144	490	38	70	88
166.62	149.04	22	33	88	22	22	44	44	22	74	148	504	38	72	88
171.19	153.62	24	36	96	24	24	48	48	24	76	152	518	38	74	96
175.76	158.19	24	36	96	24	24	48	48	24	78	156	532	38	76	96
180.34	162.76	24	36	96	24	24	48	48	24	80	160	546	38	78	96
184.91	167.33	24	36	96	24	24	48	48	24	82	164	560	38	80	96
189.48	171.90	26	39	104	26	26	52	52	26	84	168	574	38	82	104
194.05	176.48	26	39	104	26	26	52	52	26	86	172	588	38	84	104
198.62	181.05	26	39	104	26	26	52	52	26	88	176	602	38	86	104
203.20	185.62	26	39	104	26	26	52	52	26	90	180	616	38	88	104
207.77	190.19	28	42	112	28	28	56	56	28	92	184	630	38	90	112
212.34	194.76	28	42	112	28	28	56	56	28	94	188	644	38	92	112
216.91	199.34	28	42	112	28	28	56	56	28	96	192	658	38	94	112
221.48	203.91	28	42	112	28	28	56	56	28	98	196	672	38	96	112
226.06	208.48	30	45	120	30	30	60	60	30	100	200	686	38	98	120
230.63	213.05	30	45	120	30	30	60	60	30	102	204	700	38	100	120
235.20	217.62	30	45	120	30	30	60	60	30	104	208	714	38	102	120
239.77	222.20	30	45	120	30	30	60	60	30	106	212	728	38	104	120
244.34	226.77	32	48	128	32	32	64	64	32	108	216	742	38	106	128
248.92	231.34	32	48	128	32	32	64	64	32	110	220	756	38	108	128
253.49	235.91	32	48	128	32	32	64	64	32	112	224	770	38	110	128
258.06	240.48	32	48	128	32	32	64	64	32	114	228	784	38	112	128
262.63	245.06	34	51	136	34	34	68	68	34	116	232	798	38	114	136
267.20	249.63	34	51	136	34	34	68	68	34	118	236	812	38	116	136
271.78	254.20	34	51	136	34	34	68	68	34	120	240	826	38	118	136
276.35	258.77	34	51	136	34	34	68	68	34	122	244	840	38	120	136
280.92	263.34	36	54	144	36	36	72	72	36	124	248	854	38	122	144

OBSERVAÇÕES:

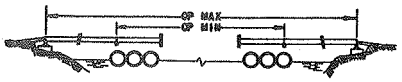
– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.
– O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:

MF – MEIO FLUTUADOR
BC – BARRA DE CONEXÃO
PS – PAINEL DE SELA
PP – PAINEL DA PROLONGA
SC – SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
SE – SEC. DE EXTREM. DA TRAV. DE SELA
P – PROLONGA
ASN – ADAPT. DE SELA NORMAL
TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
AR – ADAPTADOR DO RODAPÉ
VN – VIGA NORMAL
VA – VIGA AFILADA
B – BALAÚSTRE
BT – BLOCO TRAPEZOIDAL

OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
(*) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO.
(**) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSÁRIAS, 24 PODEM SER SUBSTITUÍDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE).
(+) NÃO FORAM CONSIDERADOS BALAÚSTRES NAS EXTREMIDADES DO RODAPÉ.
(++) SOMENTE NECESSÁRIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO A RETAGUARDA.

DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES, 2 TELHAS LONGAS E 4 TELHAS CURTAS.

TABELA 1.26. MATERIAL PARA PONTES NORMAIS (COM MEIOS FLUTUADORES)



$CP\ MAX = 38{,}61 + 4{,}57 \cdot (\bar{N} - 1)$

onde $\bar{N}$ é o n.º de flutuadores da parte flutuante da ponte

$CP\ MIN = CP\ MAX - 12{,}49$

CP MAX	CP MIN	MF	BC	PS	PP	SC	AP	P	ASN	ASF	TE	AR (**)	VN	VA (**)	BT (+)
34.04	21.54	6	6	24	6	12	12	12	8	4	18	36	84	32	24
38.61	26.11	7	7	28	7	14	14	14	10	4	20	40	96	32	28
43.18	30.68	8	8	32	8	16	16	16	12	4	22	44	108	32	32
47.75	35.26	9	9	36	9	18	18	18	14	4	24	48	120	32	36
52.32	39.83	10	10	40	10	20	20	20	16	4	26	52	132	32	40
56.90	44.40	11	11	44	11	22	22	22	18	4	28	56	144	32	44
61.47	48.97	12	12	48	12	24	24	24	20	4	30	60	156	32	48
66.04	53.54	13	13	52	13	26	26	26	22	4	32	64	168	32	52
70.61	58.12	14	14	56	14	28	28	28	24	4	34	68	180	32	56
75.18	62.69	15	15	60	15	30	30	30	26	4	36	72	192	32	60
79.76	67.26	16	16	64	16	32	32	32	28	4	38	76	204	32	64
84.33	71.83	17	17	68	17	34	34	34	30	4	40	80	216	32	68
88.90	76.40	18	18	72	18	36	36	36	32	4	42	84	228	32	72
93.47	80.98	19	19	76	19	38	38	38	34	4	44	88	240	32	76
98.04	85.55	20	20	80	20	40	40	40	36	4	46	92	252	32	80
102.62	90.12	21	21	84	21	42	42	42	38	4	48	96	264	32	84
107.19	94.69	22	22	88	22	44	44	44	40	4	50	100	276	32	88
111.76	99.26	23	23	92	23	46	46	46	42	4	52	104	288	32	92
116.33	103.84	24	24	96	24	48	48	48	44	4	54	108	300	32	96
120.90	108.41	25	25	100	25	50	50	50	46	4	56	112	312	32	100
125.48	112.98	26	26	104	26	52	52	52	48	4	58	116	324	32	104
130.05	117.55	27	27	108	27	54	54	54	50	4	60	120	336	32	108
134.62	122.12	28	28	112	28	56	56	56	52	4	62	124	348	32	112
139.19	126.70	29	29	116	29	58	58	58	54	4	64	128	360	32	116
143.76	131.27	30	30	120	30	60	60	60	56	4	66	132	372	32	120
148.34	135.84	31	31	124	31	62	62	62	58	4	68	136	384	32	124
152.91	140.41	32	32	128	32	64	64	64	60	4	70	140	396	32	128
157.48	144.98	33	33	132	33	66	66	66	62	4	72	144	408	32	132
162.05	149.56	34	34	136	34	68	68	68	64	4	74	148	420	32	136
166.62	154.13	35	35	140	35	70	70	70	66	4	76	152	432	32	140
171.20	158.70	36	36	144	36	72	72	72	68	4	78	156	444	32	144
175.77	163.27	37	37	148	37	74	74	74	70	4	80	160	456	32	148
180.34	167.84	38	38	152	38	76	76	76	72	4	82	164	468	32	152
184.91	172.42	39	39	156	39	78	78	78	74	4	84	168	480	32	156
189.48	176.99	40	40	160	40	80	80	80	76	4	86	172	492	32	160
194.06	181.56	41	41	164	41	82	82	82	78	4	88	176	504	32	164
198.63	186.13	42	42	168	42	84	84	84	80	4	90	180	516	32	168
203.20	190.70	43	43	172	43	86	86	86	82	4	92	184	528	32	172
207.77	195.28	44	44	176	44	88	88	88	84	4	94	188	540	32	176
212.34	199.85	45	45	180	45	90	90	90	86	4	96	192	552	32	180

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.
- O SIGNIFICADO DAS ABREVIATURAS É:
  - MF – MEIO FLUTUADOR
  - BC – BARRA DE CONEXÃO
  - PS – PAINEL DE SELA
  - PP – PAINEL DA PROLONGA
  - SC – SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
  - AP – ADAPTADOR DA PROLONGA
  - P – PROLONGA
  - ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL
  - ASF – ADAPTADOR DE SELA FECHAMENTO
  - TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO
  - AR – ADAPTADOR DO RODAPÉ
  - VN – VIGA NORMAL
  - VA – VIGA AFILADA
  - BT – BLOCO TRAPEZOIDAL

- NÃO FORAM CONSIDERADOS OS MATERIAIS RELATIVOS A LANCES DE APROXIMAÇÃO E VIGAMENTO DE REFORÇO (AO LONGO DA PONTE).
- OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(**) FORAM CONSIDERADOS ADAPTADORES DE RODAPÉ EM TODAS AS TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO.

(**) DO TOTAL DE VIGAS AFILADAS NECESSARIAS, 20 PODEM SER SUBSTITUIDAS POR PRANCHÕES DE MADEIRA (SÃO AS QUE CONSTITUEM A RAMPA DA PONTE)

(+) SOMENTE NECESSARIOS QUANDO O FLUTUADOR FOR MONTADO A RETAGUARDA.

⟶ DEVERÃO SER AINDA PREVISTOS 4 DORMENTES E 8 TELHAS CURTAS

MATERIAIS
Cabo de manilha, estaca metálica, sinalizador, fita refletora, saco de juta, pranchão de madeira, rede de aço, corrente de aço.
EQUIPAMENTOS
Compressor de ar, extensão de mangueira para compressor de ar, válvula de inflação — deflação, calibrador de ar, rolete de lançamento, alavanca depressora, macaco hidráulico, depressor, trator, croque, embarcação de manobra, bote, estojo de reparos, salva-vidas, linga, barra de transporte (*), guincho, teodolito, trena, baliza.

Tabela 1-27. Outros materiais e equipamentos para pontes flutuantes.

Observações: (*) Somente se houver disponibilidade de um guincho.

TABELA 1-28. MATERIAL NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM DE 1 (UM) LANCE DE APROXIMAÇÃO DE PONTES FLUTUANTES

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE POR TIPO DE PONTE					
	NORMAL COM FLUT. INTEIRO	NORMAL COM MEIO FLUTUADOR	REFORÇADA	SEMI-REDUZIDA	REDUZIDA	SUPER-REDUZIDA
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO	1	1	1	1	1	1
ADAPTADOR DE RODAPÉ	2	2	2	2	2	2
VIGA NORMAL OU CURTA OU AFILADA (*)	22	12	22	18	16	14
DORMENTE	2	2	2	2	2	2
TELHA LONGA	2	—	2	2	2	1
TELHA CURTA	2	4	2	—	—	2
BALAÚSTRE	2	—	2	2	2	2

OBSERVAÇÃO:

(*) PODERÃO SER USADAS VIGAS NORMAIS OU CURTAS OU AFILADAS, DEPENDENDO DO LANCE DE APROXIMAÇÃO

DESTACAMENTO	Nº de destacamentos	Graduados	Nº de Elementos p/destacamento
De suportes flutuantes(*)	1	1	8
Montagem da sela	2	1	10
Transp. dos flutuadores	2	1	2
Carregamento de vigas	1	2	40
Instalação de vigas	1	1	12
Encontro de 1a. margem	1	1	8
Encontro de 2a. margem	1	1	8

Tabela 1-29. Destacamentos para a montagem de pontes flutuantes (com flutuador inteiro) por suportes flutuantes sucessivos.

Observações: Os quatro últimos destacamentos trabalham junto ao eixo da ponte

(*) Quando houver disponibilidade de compressor de ar de maior capacidade e válvulas de inflação-deflação, o destacamento poderá ser substituído por apenas dois elementos.

TABELA 1-30. DESTACAMENTOS PARA A MONTAGEM DE PONTES FLUTUANTES (COM FLUTUADOR INTEIRO E MEIO FLUTUADOR) POR PARTES

DESTACAMENTO	PONTES COM FLUTUADOR INTEIRO			PONTES COM MEIO FLUTUADOR		
	NÚMERO DE DESTACAMENTOS	GRADUADOS	NÚMERO DE ELEMENTOS POR DESTACAMENTOS	NÚMERO DE DESTACAMENTOS	GRADUADOS	NÚMERO DE ELEMENTOS POR DESTACAMENTOS
Suportes flutuantes (*)	2	0	8	1	1	5
Montagem da Sela	2	1	12	2	1	10
Transporte de flutuadores	1	0	2	1	0	2
Montagem de partes	1	1	20	1	1	24
Transporte de partes	1	1	8	2	0	2
Ligação	1	1	10	1	1	10
Encontro de 1a. margem	1	1	10	1	1	10
Encontro de 2a. margem	1	1	8	1	1	8

OBSERVAÇÕES:
- OS TRÊS ÚLTIMOS DESTACAMENTOS TRABALHAM JUNTO AO EIXO DA PONTE
- ALÉM DOS DESTACAMENTOS ACIMA, MAIS QUATRO ELEMENTOS SÃO SUGERIDOS PARA INSPECIONAR OS PINOS DE CONEXÃO DAS VIGAS

(*) QUANDO HOUVER DISPONIBILIDADE DE COMPRESSORES DE AR DE MAIOR CAPACIDADE E VÁLVULA DE INFLAÇÃO-DEFLAÇÃO, ESTE DESTACAMENTO PODERÁ SER SUBSTITUÍDO POR APENAS DOIS ELEMENTOS

TABELA 1-31. ÁREA DA SOLEIRA DO ENCONTRO PARA PONTES BIAPOIADAS

DISTÂNCIA ENTRE OS ENCONTROS		4,57 OU 7,21 m (15' OU 23'4")	9,14 m (30')		11,68 m (38'4")			13,72 m (45')			
LARGURA MÁXIMA DO TABULEIRO (EM VIGAS)		22	22	24	22	24	26	20	22	24	26
LARGURA DA VIA (EM VIGAS)		18	16 OU 18	18	16 OU 18	18		16	16 OU 18		
CARGA E SUPORTE DA SOLEIRA (t) (*)		132	121	127	86	94	99	52	60	66	73
SOLO		ÁREA DA SOLEIRA (m2)									
DESCRIÇÃO	CONDIÇÕES EM QUE SE ENCONTRA										
SOLOS DE GRANULAÇÃO FINA: ARGILAS, SÍLICO-ARGILAS, AREIAS MUITO FINAS OU MISTURAS DESSES CONTENDO ALGUMAS PARTÍCULAS GRAÚDAS DE AREIA OU CASCALHO. CLASSIFICAÇÃO: MH, CH, OH, ML, CL, OL.	MOLE, NÃO CONSOLIDADO, COM ALTA PERCENTAGEM DE UMIDADE (LAMA)	27.3	25.0	26.2	17.8	19.4	20.5	10.8	12.4	13.7	15.1
	FIRME, CONSOLIDADO PARCIALMENTE COM MÉDIA PERCENTAGEM DE UMIDADE	6.9	6.3	6.6	4.5	4.9	5.2	2.7	3.1	3.5	3.8
	DURO, BEM CONSOLIDADO COM BAIXA PERCENTAGEM DE UMIDADE (DE LIGEIRAMENTE ÚMIDO PARA SECO)	3.5	3.2	3.3	2.3	2.5	2.6	1.4	1.6	1.8	1.9
AREIAS E SOLOS ARENOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUMA SÍLICA ARGILOSA E ARGILA. CLAS. SW, SC, SP, SF.	FROUXO, SOLTO	9.1	8.4	8.8	6.0	6.5	6.9	3.6	4.2	4.6	5.1
	FROUXO, CONFINADO	5.5	5.0	5.3	3.6	3.9	4.1	2.2	2.5	2.8	3.1
	COMPACTO	2.8	2.5	2.7	1.8	2.0	2.1	1.1	1.3	1.4	1.6
CASCALHO E SOLOS CASCALHOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUNS AREIA, SÍLICO-ARGILA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: GW, GC, GP.	FROUXO, SOLTO	6.9	6.3	6.6	4.5	4.9	5.2	2.7	3.1	3.5	3.8
	FROUXO, CONFINADO	4.6	4.2	4.4	3.0	3.3	3.5	1.8	2.1	2.3	2.6
	COMPACTO	2.3	2.1	2.2	1.5	1.7	1.8	0.9	1.1	1.2	1.3
	AREIA E CASCALHO AGLUTINADOS	1.8	1.6	1.7	1.2	1.3	1.3	0.7	0.8	0.9	1.0
ROCHA	ROCHA DE QUALIDADE INFERIOR, BRANDA E PARTIDA	2.8	2.5	2.7	1.8	2.0	2.1	1.1	1.3	1.4	1.6
	ROCHA DE BOA QUALIDADE, DURA E MACIÇA	1.4	1.3	1.4	0.9	1.0	1.1	0.6	0.7	0.7	0.8

OBSERVAÇÕES:

(*) ESSE VALOR FOI CALCULADO LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO OS DADOS REFERENTES À SOLEIRA DOS ENCONTROS DE PONTES REFORÇADAS.

T5 - 278

1-12

TABELA 1.32. MATERIAL NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM DE PONTES BI-APOIADAS

DISTÂNCIA ENTRE OS ENCONTROS	4,57 m (15')		6,6 m (21'8")	7,12 m (23'4")	9,14 m (30'8")		11,18 m (36'8")			11,68 m (38'4")			13,72 m (45')		
LARGURA MAX. DO TABULEIRO	22	26	22	22	22	24	22	24	26	22	24	26	22	24	26
LARGURA DA VIA (EM VIGAS)	18	22	18	18	18		18			18			18	18	18
DESCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE														
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO	2	2	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7
ADAPTADOR DE RODAPÉ	4	4	8	8	10	10	12	12	12	12	12	12	14	14	14
VIGA NORMAL	22	26	22	22	33	35	44	46	50	44	46	50	52	57	61
VIGA CURTA	--	--	--	22	11	11	--	--	--	22	22	22;	10	11	11
VIGA AFILADA	36 (*)	44 (*)	36 (*)+22	36 (*)	36(*)+11	36 (*) +11	36(*)+22	36(*)+22	36(*)+22	36 (*)	36 (*)	36 (*)	36 (*) + 10	32 (*) + 11	36 (*) + 11
DORMENTE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4*	4	4	4
TELHA LONGA	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TELHA CURTA	4	–	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
BALAUSTRE	–	–	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5

OBSERVAÇÕES:

(*) NÚMERO DE VIGAS DA RAMPA; NÃO SÃO NECESSÁRIAS, OBRIGATORIAMENTE, POIS PODEM SER SUBSTITUIDAS POR RAMPAS MENORES OU, PRANCHÕES DE MADEIRA. OS OUTROS VALORES (DA SOMA) CORRESPONDEM A VIGAS NECESSARIAS, UTILIZADAS NO TABULEIRO

MATERIAIS
Estaca metálica, sinalizador, fita refletora, saco de juta, pranchão de madeira, rede de aço, plaqueta de conexão (*).
EQUIPAMENTOS
Macaco hidráulico, depressor, alavanca depressora, linga (**).

Tabela 1-33. Outros materiais e equipamentos para pontes biapoiadas.

Observações:

(*) Somente necessário, se na montagem forem empregadas vigas auxiliares

(**) Utilizadas somente se houver disponibilidade de um guincho.

Tabela 1-34. Pesos de pontes biapoiadas e respectivas estruturas esqueleto.

DISTÂNCIA ENTRE ENCONTROS	LARGURA TABULEIRO (EM VIGAS)	LARGURA VIA (EM VIGAS)	PESO DA PONTE (kg)	PESO DA ESTRUTURA ESQUELETO (kg)
4,572 m (15')	22	18	2.795	—
	26	22	3.203	—
6,604 m (21'8")	22	18	4.045	860
7,214 m (23'4")	22	18	4.265	860
9,144 m (30')	22	18	5.513	2.597
	24		5.717	
11,176 m (36'8")	22	18	6.542	—1.268
	24		6.746	—2.705
	26		7.153	—1.902
11,684 m (38'4")	22	18	6.761	—1.268
	24		6.965	—2.616
	26		7.373	—1.902
13,716 m (45')	22	18	7.593	2.831
	24	16	8.213	
	26	18	8.621	

OBSERVAÇÕES:

— OS PESOS DA PONTE E ESTRUTURA ESQUELETO REFEREM-SE ÀS RESPECTIVAS PLANTAS BAIXAS
— OS PESOS SOMENTE INCLUEM TRAVESSAS DE ENRIJECIMENTO E VIGAS NORMAIS E CURTAS E/OU AFILADAS

TABELA 1-35. ÁREA DA SOLEIRA DO ENCONTRO PARA PONTES DE CAVALETES

SOLO		AREA DO ENCONTRO (m²)	
DESCRIÇÃO GERAL	CONDIÇÕES EM QUE SE ENCONTRA	PONTE CLASSE 60 (66 t (*))	PONTE CLASSE 100 (110 t (*))
SOLOS DE GRANULAÇÃO FINA: ARGILAS, SÍLICO-ARGILAS, AREIAS MUITO FINAS OU MISTURAS DESSES CONTENDO ALGUMAS PARTÍCULAS GRAÚDAS DE AREIA OU CASCALHO. CLASSIFICAÇÃO: MH, CH, OH, ML, CL, OL.	MOLE, NÃO CONSOLIDADO, COM ALTA PERCENTAGEM DE UMIDADE (LAMA)	13.7	22.7
	FIRME, CONSOLIDADO PARCIALMENTE COM MÉDIA PERCENTAGEM DE UMIDADE	3.5	5.7
	DURO, BEM CONSOLIDADO COM BAIXA PERCENTAGEM DE UMIDADE (DE LIGEIRAMENTE ÚMIDO PARA SECO)	1.8	
AREIAS E SOLOS ARENOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUMA SÍLICA ARGILOSA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: SW, SC, SP, SF.	FROUXO, SOLTO	4.6	7.6
	FROUXO, CONFINADO	2.8	4.6
	COMPACTO	1.4	2.3
CASCALHO E SOLOS CASCALHOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO AREIA, SÍLICO-ARGILA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: GW, GC, GP	FROUXO, SOLTO	3.5	5.7
	FROUXO, CONFINADO	2.3	3.8
	COMPACTO	1.2	1.9
	AREIA E CASCALHO AGLUTINADOS	0.9	1.5
ROCHA	ROCHA DE QUALIDADE INFERIOR, BRANDA E PARTIDA	1.4	2.3
	ROCHA DE BOA QUALIDADE, DURA E MACIÇA	0.7	1.2

OBSERVAÇÕES:
(*) CARGA QUE A SOLEIRA DEVERÁ SUPORTAR (VALOR CALCULADO LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO OS DADOS REFERENTES À SOLEIRA DOS ENCONTROS DE PONTES REFORÇADAS).

MATERIAIS
Travessa de enrijecimento, adaptador do rodapé, viga normal, viga curta, viga afilada, dormente, telha longa, telha curta, cavalete (sapata, perna, chapéu, estais, peça de ancoragem, estaca metálica, braçadeira, suporte de talha), balaústre, sinalizador, fita refletora saco de juta, caixa para sacos de juta, pranchão de madeira, rede de aço.
EQUIPAMENTOS
Alavanca depressora, macaco hidráulico, depressor, talha de alavanca.

Tabela 1-36. Materiais e equipamentos para pontes de cavaletes.

1-13. MONTAGEM DE PONTES

ATENÇÃO

No decorrer da montagem de qualquer tipo de ponte, os engates das travessas de enrijecimento devem ser numerados de 1 a 13 à direita e à esquerda de seu centro, para fins de instalação das vigas.

a. Pontes flutuantes

(1) Montagem do flutuador (inteiro) e do meio-flutuador — A montagem do flutuador foi descrita no item (1) letra a do parágrafo 2-4. A quantidade de suportes flutuantes equipados com adaptadores de sela normais ou de fechamento depende do tipo de ponte e também da disponibilidade do material. O meio-flutuador é montado obedecendo-se praticamente às mesmas regras aplicáveis ao flutuador inteiro. Observa-se apenas que a união entre a secção central da travessa de sela e a prolonga é feita através do adaptador de prolonga.

(2) Montagem das partes de margem — Tão logo forem lançados os primeiros suportes flutuantes, a parte de margem de segunda

margem é montada. Antes ainda de sua navegação, monta-se o balanço, carrega-se o material do encontro, do lance de aproximação, além de vigas normais para sua conexão com a porção de ponte flutuante. Deve-se prever o equipamento indispensável na 2a. margem como um trator para trabalhos que se fizerem necessários. A parte de margem de primeira margem pode ser montada juntamente com a de segunda margem. Quando houver necessidade, como em sítio terrestre, montam-se cavaletes em sítio aquático, aumentando o apoio sob as sapatas com esteiras de aço, pranchões ou sacos de juta, colocados em uma caixa de madeira (Figura 1-80). Todo o material necessario à montagem da ponte de cavaletes deverá ser embarcado junto com a parte de margem de segunda margem, se for o caso. As etapas de montagem das partes de margens por serem peculiares à determinadas pontes ou grupo de pontes, serão estudadas separadamente.

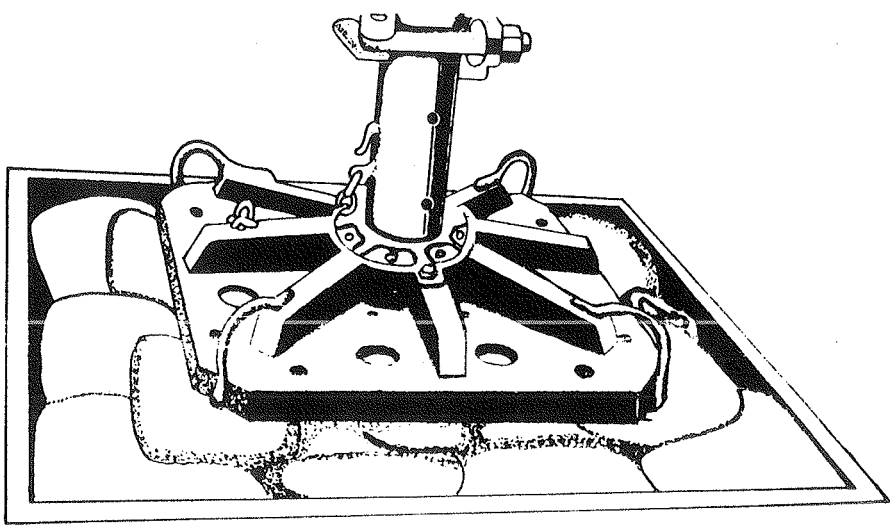


Figura 1-80. Caixa madeira com sacos de juta suportando a sapata do cavalete.

(a) Pontes normais (com flutuador inteiro) — (Planta baixa 1-6)

— Conexão dos dois primeiros suportes — Os dois primeiros suportes flutuantes equipados, um com adaptadores de sela normais e o outro com adaptadores de fechamento, são colocados lado a lado e

alinhados em seus eixos transversais de simetria. O suporte flutuante, (com adaptadores normais) é colocado próximo à margem e o outro alinhado ao largo, com suas travessas de enrijecimento deslocadas em direção à primeira margem. Onze vigas normais são colocadas da travessa 1A à 2 B nos engates ímpares à direita e pares à esquerda (Figuras 1-81 e 1-81A).

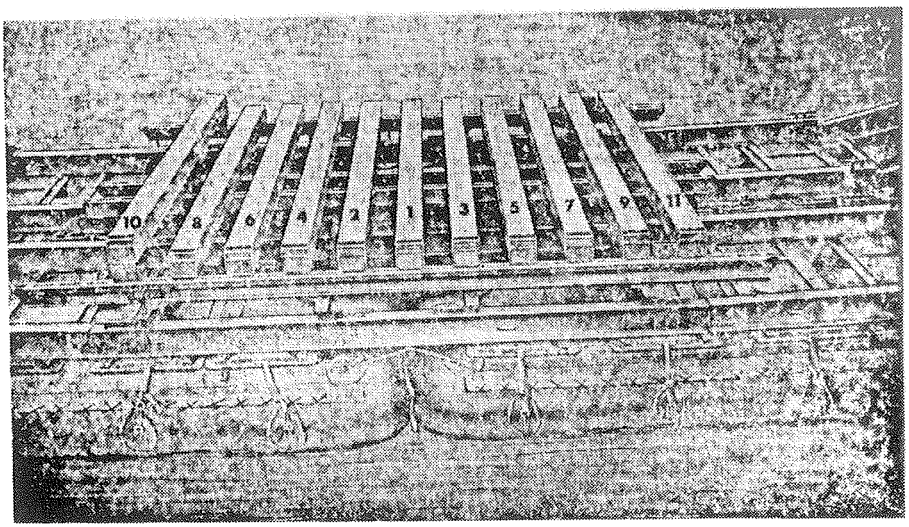


Figura 1-81. Conexão dos dois primeiro suportes flutuantes

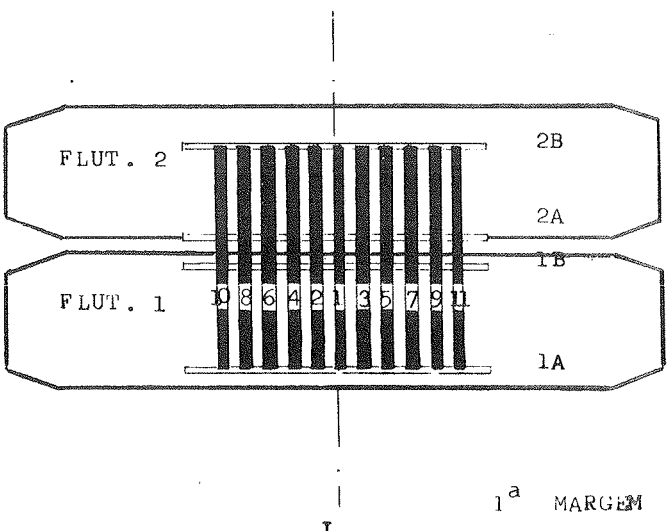


Figura 1-81A. Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes

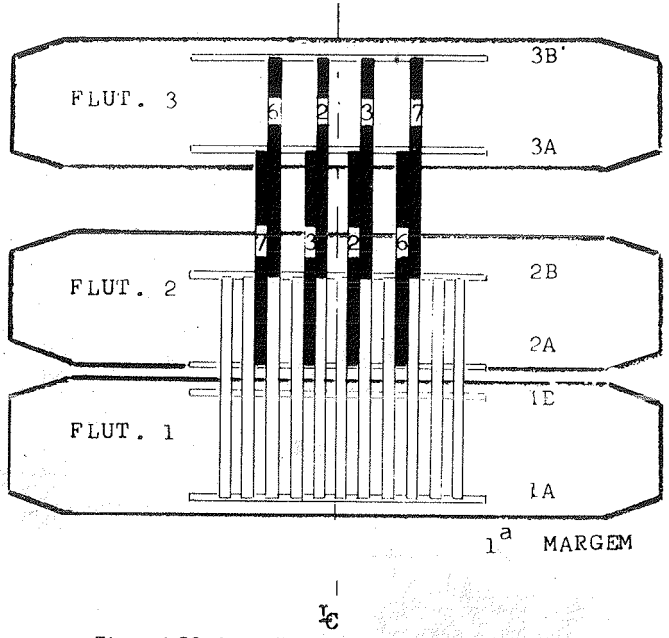


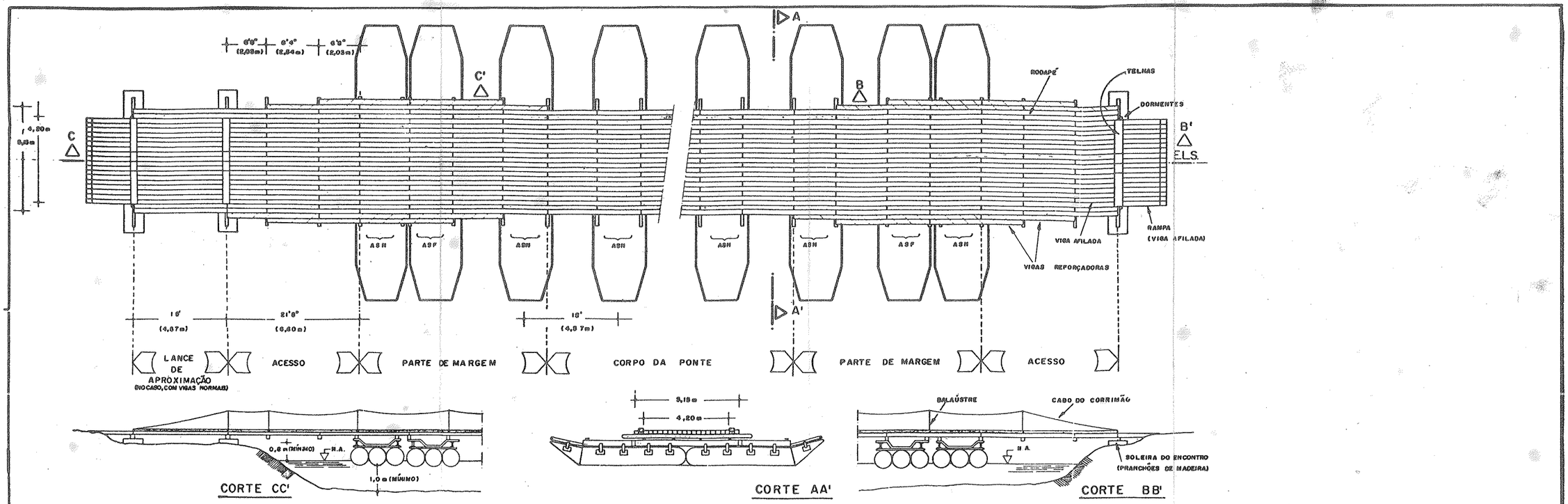
Figura 1-82. Conexão do terceiro suporte flutuante

— Conexão do terceiro suporte flutuante — O terceiro suporte flutuante equipado com adaptadores de sela normais é alinhado ao lado do segundo. Quatro vigas normais são colocadas da travessa 2 A à 3 A, nos engates 2 e 6 à direita e 3 e 7 à esquerda. À direita dessas vigas, mais quatro vigas normais, são colocadas da travessa 2 B a 3B (Figura 1-82). Estabelecida assim a estrutura do tabuleiro, completa-se a parte de margem com vigas normais.

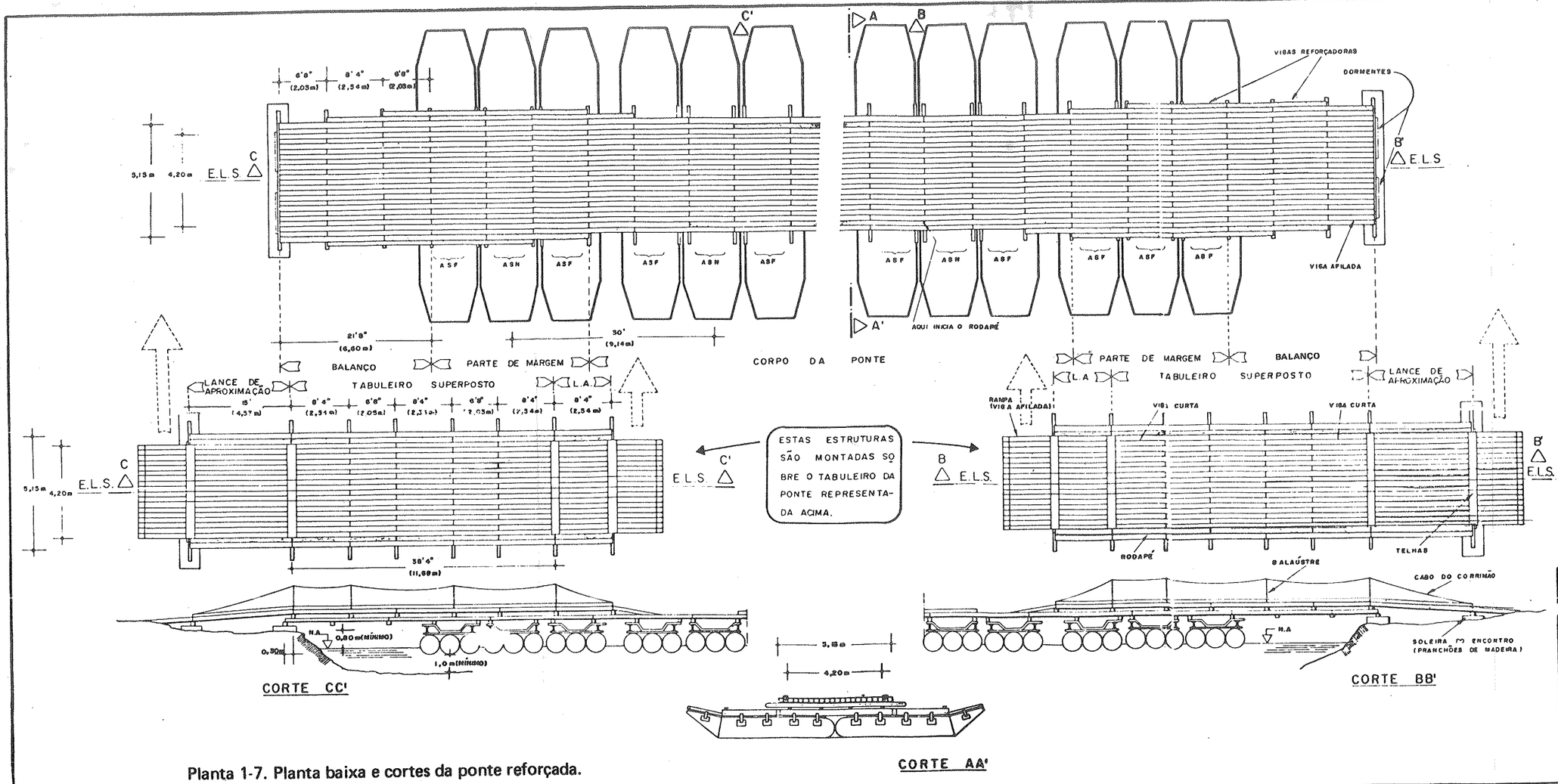
(b) Pontes reforçadas (Planta baixa 1-7) — A montagem das partes de margem de pontes reforçadas é semelhante a das portadas reforçadas de 5 suportes flutuantes, até a conexão do terceiro flutuador inclusive.

(c) Pontes reduzidas — (Plantas baixas 1-9, 1-10, 1-11) — Para a montagem de partes de margem de pontes reduzidas, procede-se como na montagem das portadas normais de 3, 4 ou 5 suportes flutuantes (dependendo da ponte ser semi-reduzida, reduzida ou super-reduzida respectivamente). Após, para os dois últimos tipos de pontes, retiram-se 1 ou 2 suportes flutuantes, desconectando os pinos de união dos adaptadores de sela e travessa de enrijecimento e desinflando um pouco o flutuador (Figura 1-83 e 1-84).

(d) Pontes normais (com meio flutuador) — (Planta baixa 1-8) —



Planta 1-6. Planta baixa e cortes da ponte normal (com flutuador inteiro)

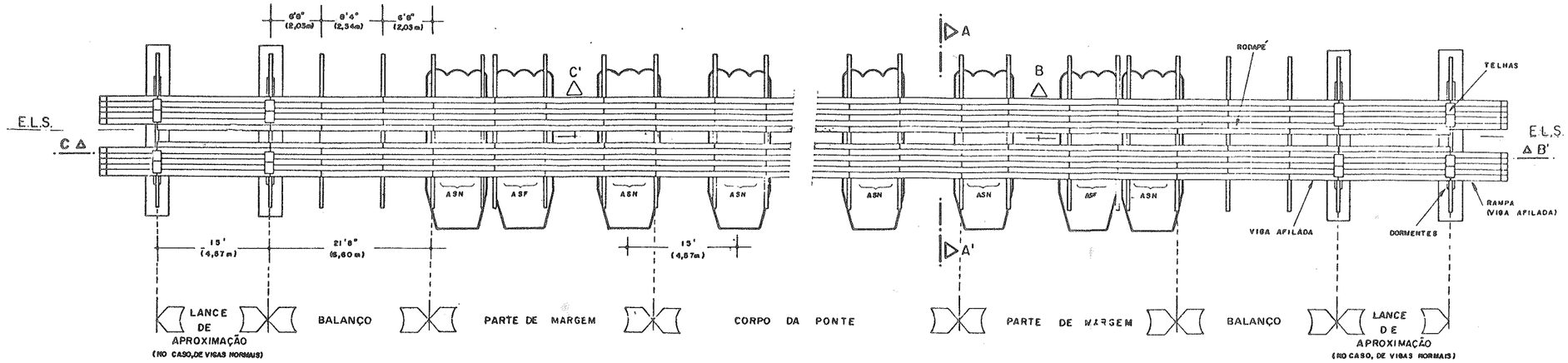


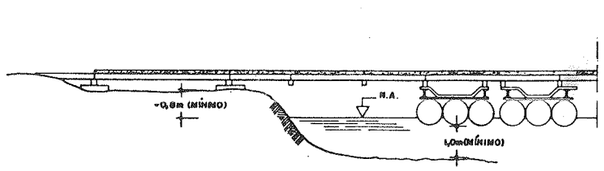
EQUIPAGEM M 4 T 6

PONTE REFORÇADA

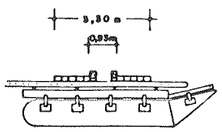
PLANTA BAIXA E CORTES

Planta 1-7. Planta baixa e cortes da ponte reforçada.

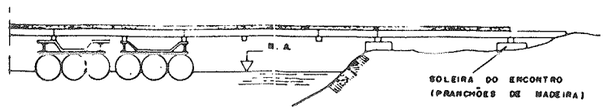




CORTE CC'



CORTE AA'



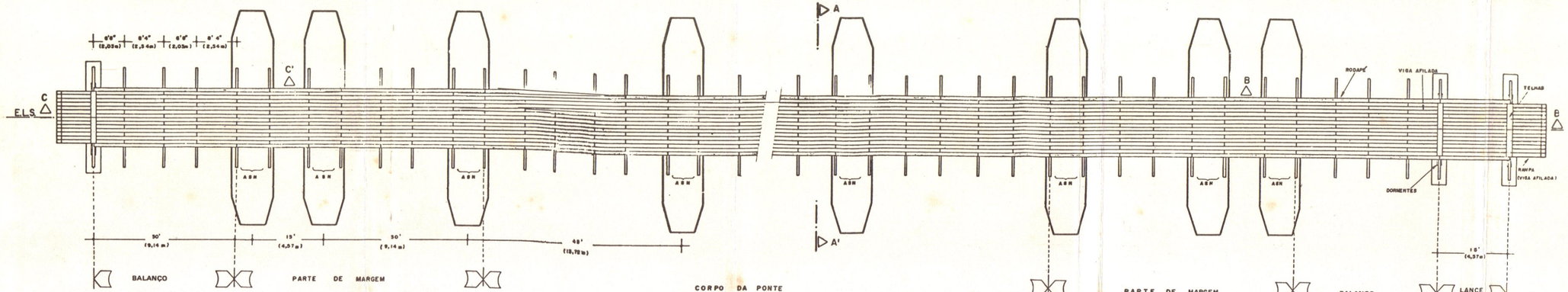
CORTE BB'

EQUIPAGEM M 4T6

PONTE NORMAL
(COM MEIO FLUTUADOR)

PLANTA BAIXA
E CORTES

Planta 1-8. Planta baixa e cortes da ponte normal **MEIO FLUTUADOR**



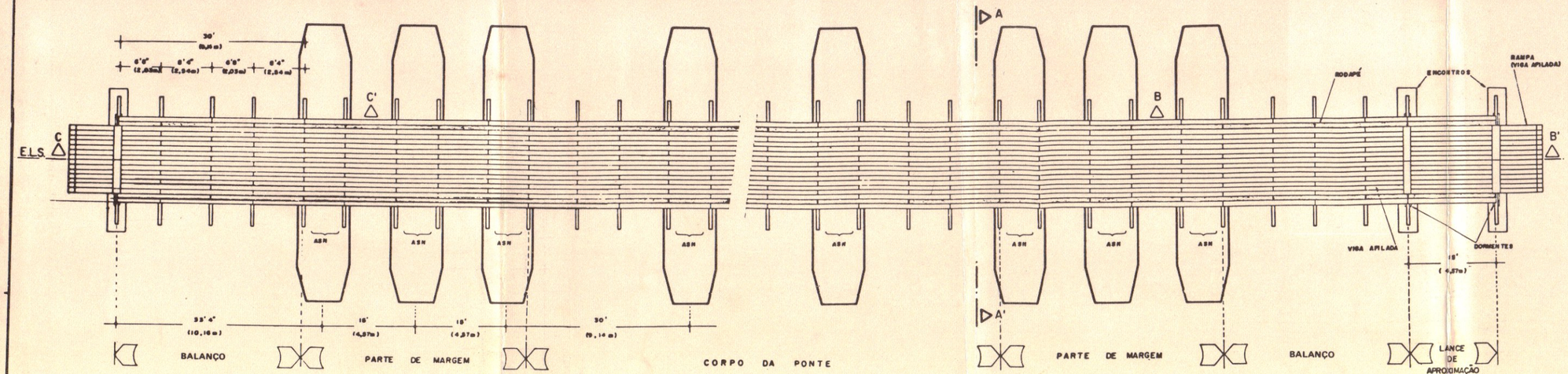
PLANTA 1-9

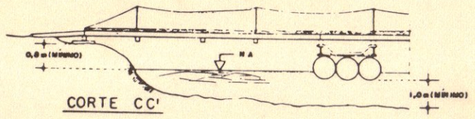
EQUIPAGEM M4T6

PONTE REDUZIDA

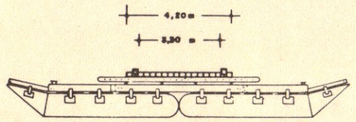
PLANTA BAIXA E CORTES

138

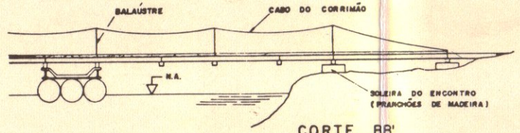




CORTE CC'



CORTE AA'



CORTE BB'

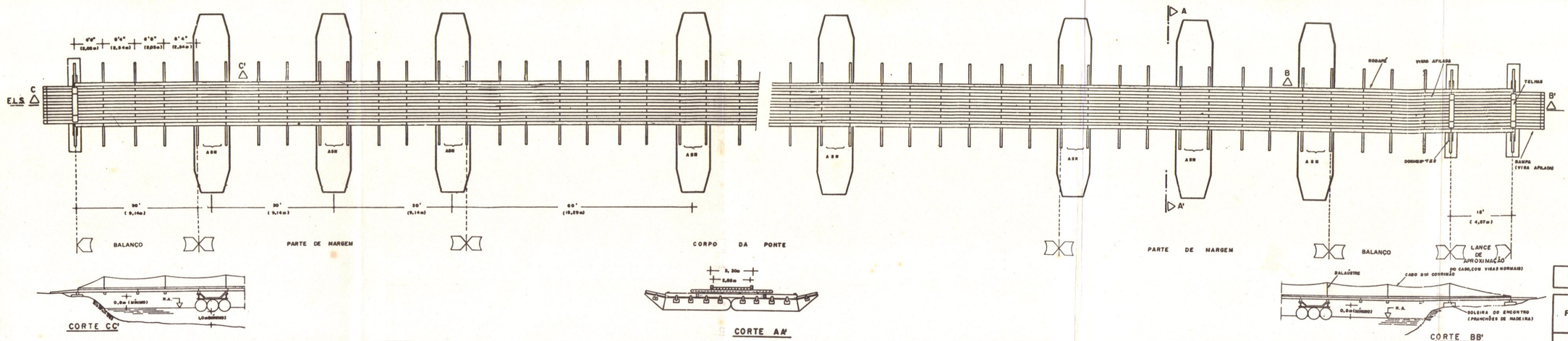
PLANTA 1-10

EQUIPAGEM M4T6

PONTE SEMI-REDUZIDA

PLANTA BAIXA E CORTES

139



PLANTA 1-11

EQUIPAGEM M4TS

PONTE SUPER-REDUZIDA

PLANTA BAIXA E CORTES

— Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes — os dois primeiros suportes flutuantes, equipados, um com adaptadores de sela normais e o outro com adaptadores de fechamento, são colocados lado a lado e alinhados em seus eixos transversais de simetria. O flutuador com adaptadores normais é colocado próximo à margem e o segundo a seu lado, de tal forma que suas travessas de enrijecimento estejam deslocadas em direção à primeira margem. Seis vigas normais são colocadas então da travessa 1A à 2B nos engates 4,6 e 8 à direita e 1, 3 e 5 à esquerda. (Figura 1-85).

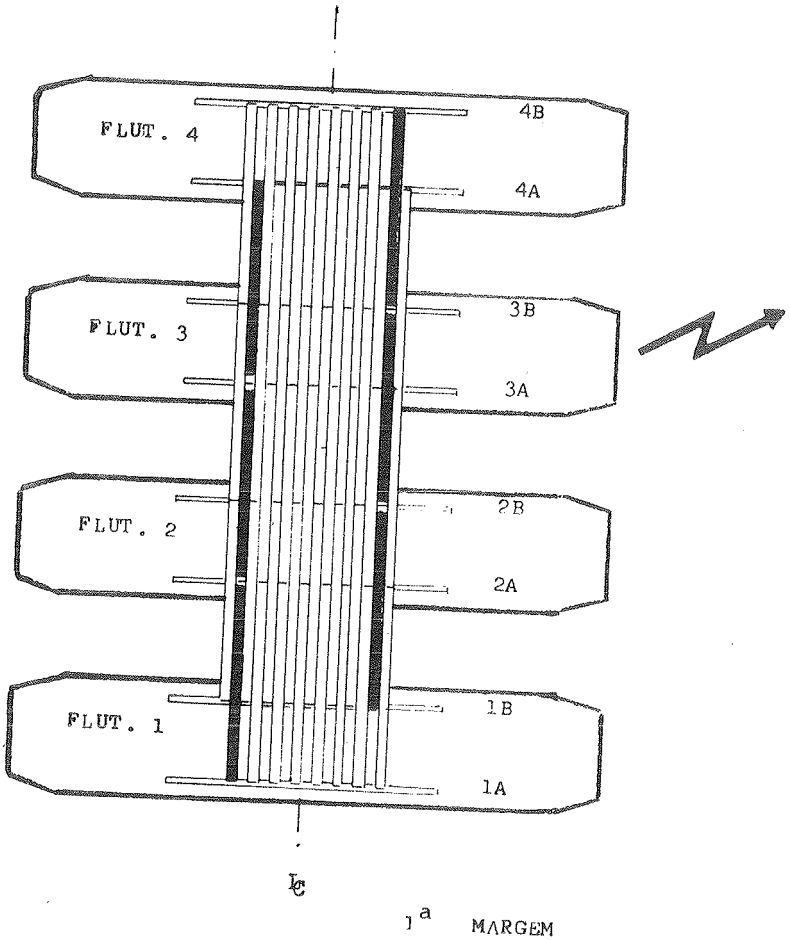


Figura 1-83. Retirada do terceiro suporte flutuante para formação da parte de margem de pontes reduzidas.

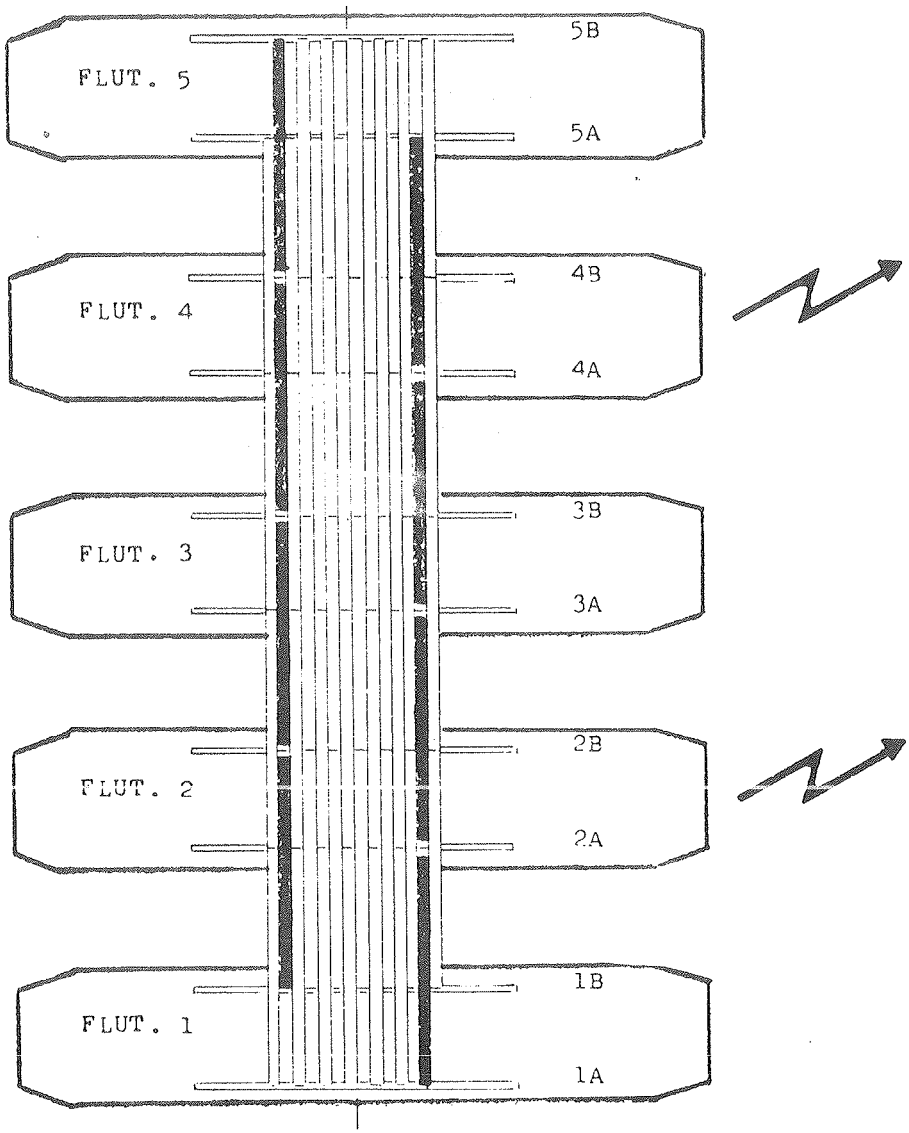


Figura 1-84. Retirada segundo e quarto suportes flutuantes para a formação da parte de margem de pontes super-reduzidas.

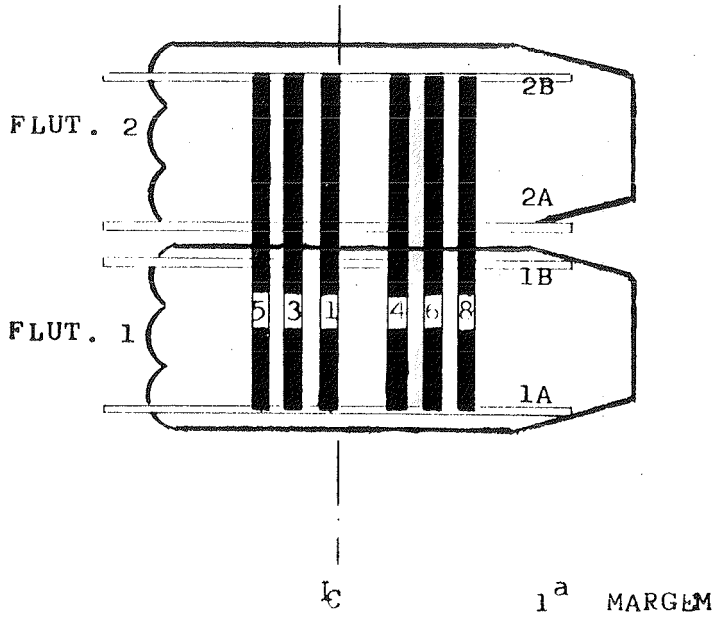


Figura 1-85. Conexão dos dois primeiros suportes flutuantes.

— Conexão do terceiro suporte flutuante o terceiro suporte flutuante (equipado com adaptadores de sela normais) é colocado alinhado ao lado do segundo. Quatro vigas normais são colocadas da travessa 2 A à 3 A nos engates 5 e 7 à direita e 2 e 4 à esquerda. Outras quatro vigas normais são colocadadas à direita das anteriores, da travessa 2 B à 3B, nos engates, 6 e 8 à direita e 1 e 3 à esquerda (Figura 1-86), após o que as vigas normais necessárias para completar as passadeiras da parte de margem são colocadas em concordância com o padrão já estabelecido.

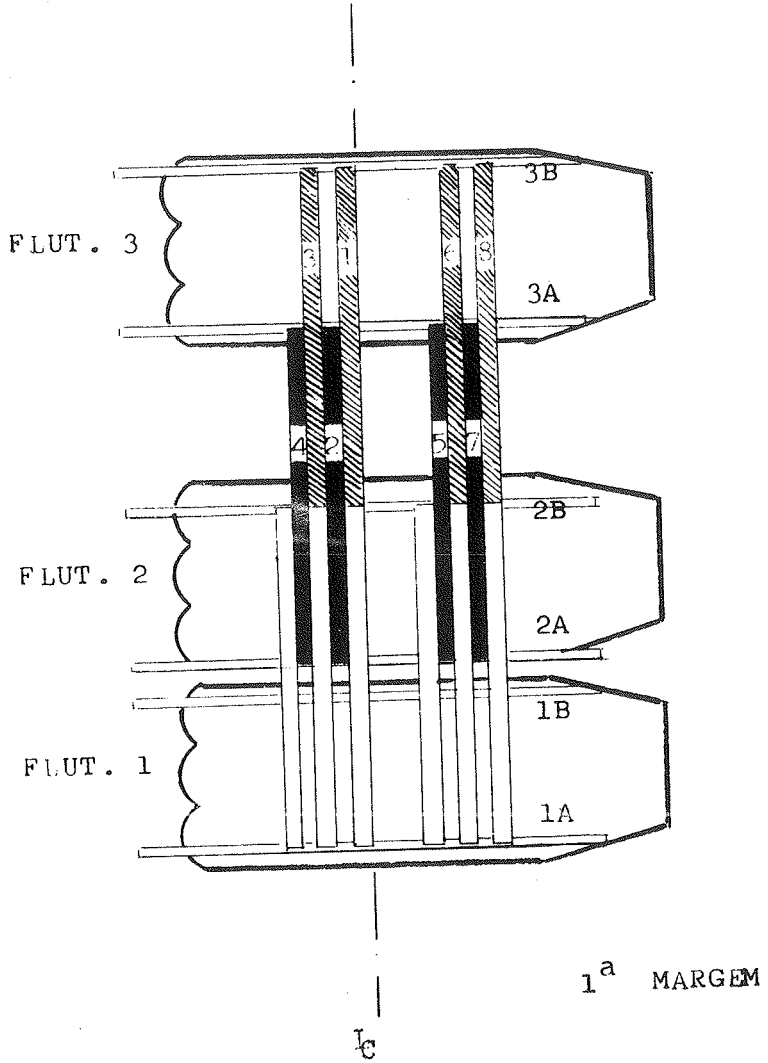


Figura 1-86. Conexão do terceiro suporte flutuante.

(3) Montagem da parte em balanço — A montagem da parte em balanço consiste, de um modo geral, na união de 3 ou 4 travessas de enrijecimento espaçadas convenientemente (de acordo com o tipo de ponte) por meio de 4 vigas normais. A estrutura assim montada, dita "esqueleto", é concectada às partes de margem, sendo, então, preenchidos os espaços com vigas normais e afiladas.

(a) Montagem da estrutura esqueleto — Num local plano, bem próximo da parte de margem, colocam-se três travessas de enrijecimento, com adaptadores de rodapé, distanciadas conforme a Figura 1-87. Duas vigas normais são colocadas da travessa 1 à 3, nos engates 8 à direita e 7 à esquerda. Duas outras, também normais, são colocadas à esquerda das anteriores, da travessa 2 em direção à parte de margem (Figura 1-87)

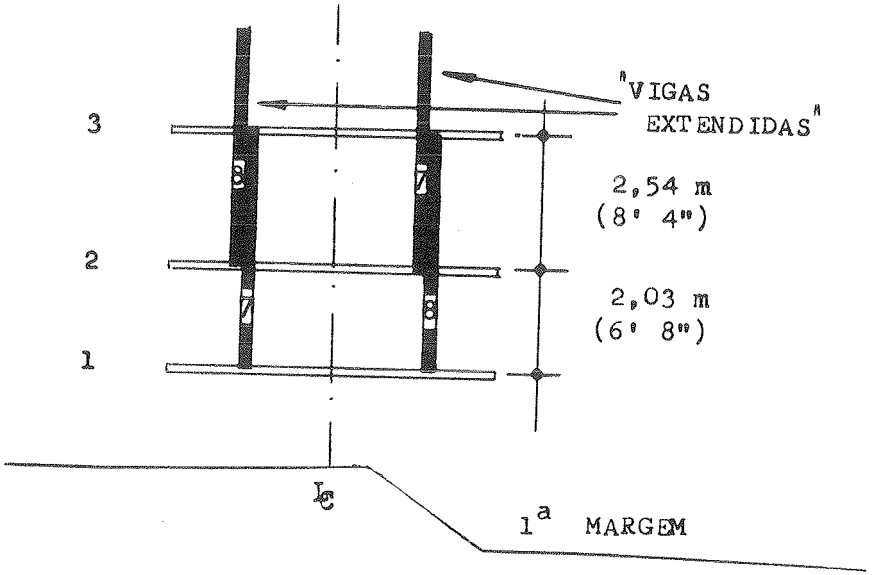


Figura 1-87. Estrutura esqueleto da parte em balanço das pontes normais (com flut. inteiro) e de pontes reforçadas.

(b) Conexão da estrutura com parte de margem — A estrutura montada é fixada então, à parte de margem, por intermédio de suas duas "vigas estendidas"; suas extremidades são fixadas aos engates 7 à direita e 8 à esquerda da travessa 1A. Após, duas vigas normais são colocadas da travessa 3 à 2A nos engates 8 à direita e 7 à esquerda (Figura 1-88). Feita a união, completam-se os espaço vazios da estrutura esqueleto com vigas normais, dentro do padrão já estabelecido. Nos espaços vazios da extremidade colocam-se vigas afiladas, com suas placas articuladas voltadas para dentro da ponte. Em se tratando de pontes normais, de cada lado do tabuleiro, entre o balanço e a parte de margem (figura 1-89), são instaladas cinco vigas normais. Após a construção do encontro, se não houver necessidade de um lance de aproximação, instalam-se vigas afiladas na extremidade do balanço para constituir a rampa.

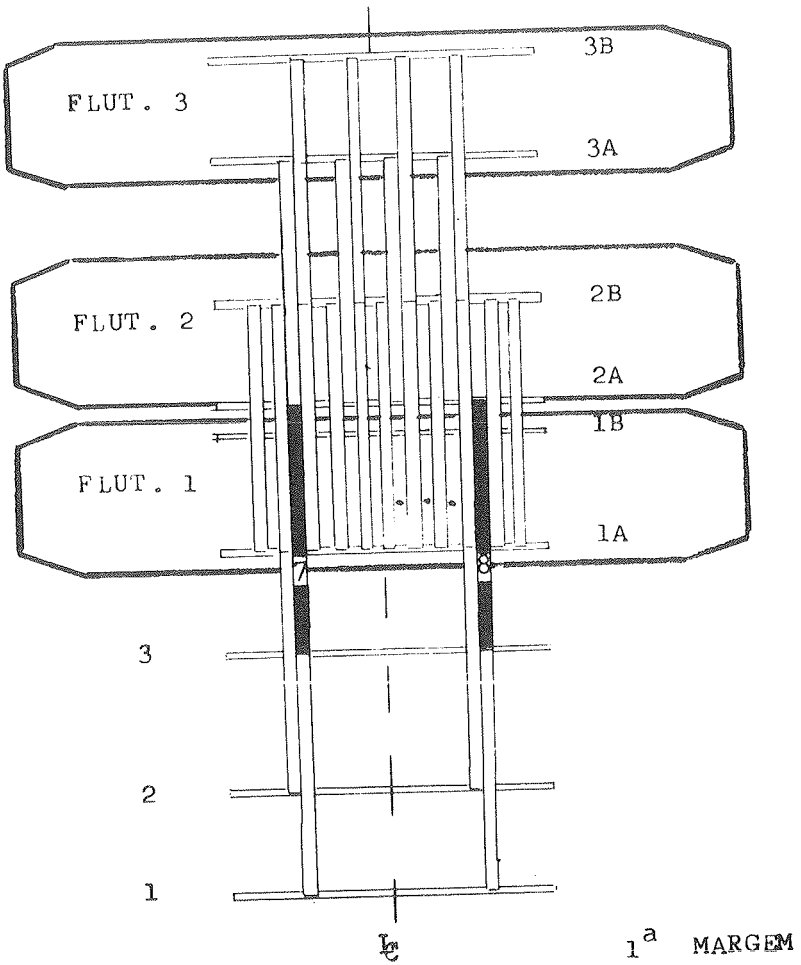


Figura 1-88. Conexão da estrutura esqueleto da parte em balanço com a parte de margem.

(4) Montagem do tabuleiro superposto — O tabuleiro superposto é montado somente para o caso de pontes reforçadas, após concluídas as partes de margem e respectivos balanços. As operações de montagem são as descritas a seguir:

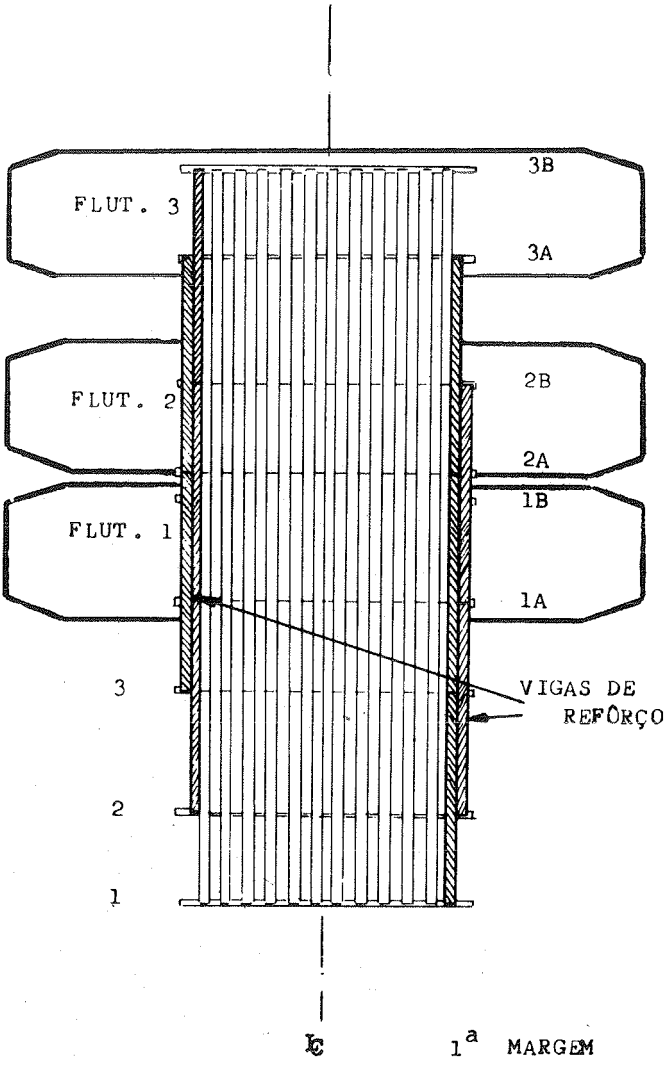


Figura 1-89. Instalação de vigas de reforço das partes de margem de pontes normais (normais com flutuador inteiro)

(a) Seis travessas de enrijecimento, com adaptadores de rodapé, são colocadas, transversalmente, sobre o tabuleiro da parte de margem e do balanço, conforme a Figura 1-90, unidas às respectivas travessas da ponte por meio de correntes ou até mesmo arames de aço.

(b) Duas vigas normais são colocadas da travessa 2 à 4 e 4 à 6 nos engates de número 1 à direita e duas outras da travessa 1 à 3 e 3 à 5, nos engates 1 à esquerda. (Figura 1-90). Conforme a estrutura assim estabelecida, preenche-se o restante, sempre do centro para as bordas. Nos espaços vazios das extremidades, instalam-se vigas curtas.

(c) Caso não sejam utilizados lances de aproximação, em cada extremidade do tabuleiro superposto são instaladas vigas afiladas. Telhas longas e curtas são colocadas sobre a articulação da rampa.

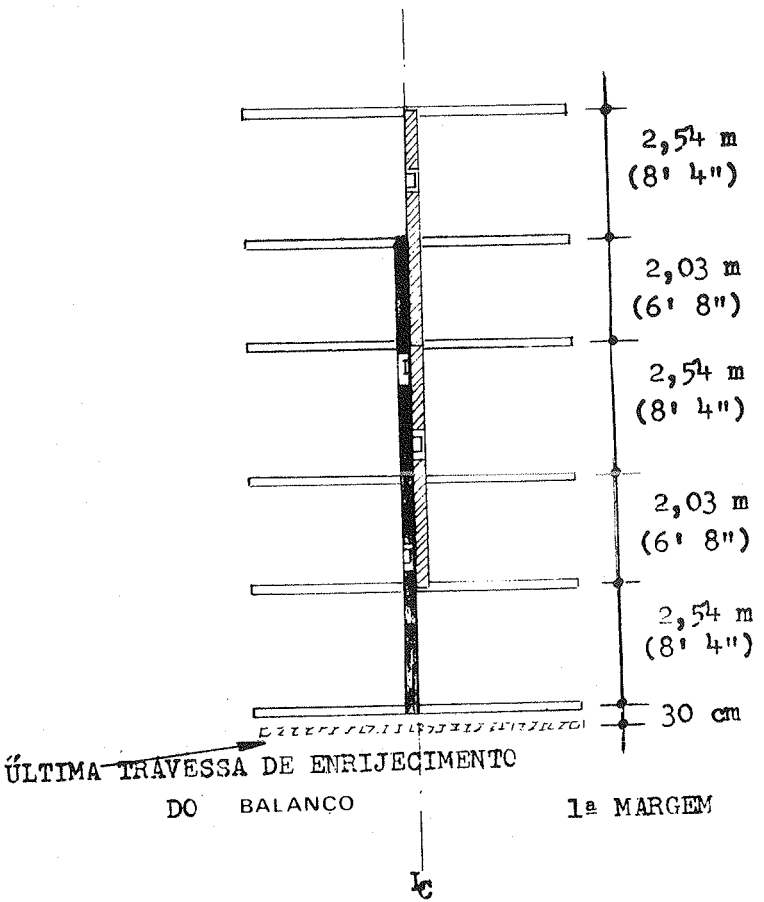


Figura 1-90. Estrutura esqueleto do tabuleiro superposto de pontes reforçadas.

(5) Montagem dos encontros — A montagem dos encontros poderá ser iniciada tão logo comece a montagem da ponte. O encontro de primeira margem será concluído assim que forem montadas a parte de margem e o balanço correspondentes, ao passo que o de segunda margem somente o será quando for fechada a ponte. As operações a seguir descrevem como proceder para a montagem de um encontro: no local determinado na fase de planejamento, nivela-se o terreno o máximo possível, para que haja uma área de apoio suficiente para a soleira do encontro: (também determinada na fase de planejamento). Assentam-se pranchões de madeira sobre a área nivelada. Dois dormentes são fixados à travessa de enrijecimento nº 1 da parte em balanço, após o que são apoiados sobre a soleira. Para evitar o deslizamento dos dormentes sobre o encontro, por ocasião da entrada e saída de viaturas da ponte, cravam-se estacas metálicas nos furos dos dormentes.

(6) Montagem dos lances de aproximação — Para a montagem dos lances de aproximação, repetem-se, para um segundo encontro, as mesmas operações de nivelamento e colocação de pranchões efetuadas para o primeiro. A distância entre eles deve corresponder ao comprimento da viga que será utilizada. Colocam-se dois dormentes sobre a soleira e neles se encaixa uma travessa de enrijecimento, com adaptadores de rodapé. Para evitar deslizamentos entre os dormentes e os pranchões da soleira, cravam-se estacas nos furos do dormente. Prontos os encontros, instalam-se as vigas, sempre a partir do centro e monta-se a rampa com vigas afiladas ou pranchões de madeira.

(7) Montagem da parte flutuante propriamente dita. A parte flutuante propriamente dita poderá ser montada de duas maneiras:

— por suportes flutuantes sucessivos
— por partes de 2, 3 ou 4 flutuadores (suportes flutuantes).

(a) O primeiro processo consiste na juntada de suportes flutuantes individuais à porção de ponte montada. Em pontes reduzidas, à medida que a montagem se processa, os suportes flutuantes, instalados anteriormente, são retirados da estrutura, formando, assim, lances de 9,14 m (30'), 13,71 m (45') e 18,29 m (60'), conforme o número de suportes flutuantes retirados. Isso é feito desconectando-se a travessa de enrijecimento dos adaptadores de sela e desinflando um pouco o flutuador.

(b) Pelo segundo processo, montam-se partes de 2, 3 ou 4 supor-

tes flutuantes no canteiro de trabalho, que são incorporadas à ponte; com exceção de pontes reforçadas. A conexão de suportes flutuantes em partes de 2, 3 ou 4 suportes é semelhante a de portadas normais. Cada parte, após montada, é equipada com um número de vigas normais igual ao da largura do tabuleiro da ponte, para ligação da parte de ponte com a parte de margem ou com a porção de ponte.

(c) Para pontes reforçadas, tendo em vista sua estrutura, o método empregado com maior vantagem é o de partes de 3 suportes. Naturalmente, isso não quer dizer que os demais processos não possam ser empregados, pelo contrário; porém, tornam-se mais dificultosos e portanto não são aconselhados. A montagem das partes de 3 suportes é semelhante à das partes de margem.

(d) Durante a montagem da parte flutuante propriamente dita os postes de corrimão devem ser fixados às juntas das vigas que constituem o rodapé.

(8) Fechamento — Qualquer tipo de ponte, é fechado por lance de fechamento. As operações a realizar são as seguintes:

(a) Cálculo do valor do deslocamento para a segunda margem — tão logo o intervalo entre a parte de margem de 2a. margem e a porção de ponte for estreita suficientemente para ser medido com precisão, toma-se a distância entre as travessas A ou B do último suporte flutuante do trecho de ponte montada e do terceiro suporte flutuante da parte de margem de segunda margem (para pontes normais e reduzidas, Figura 1-91). No caso de pontes reforçadas, a distância que deverá ser medida é indicada na Figura 1-92. Dependendo do tipo de ponte, o valor medido deverá ser ajustado para múltiplos, maiores ou menores, dos valores apresentados na tabela 1-37, isso dependendo da situação local. Observe-se que deve haver 1 m (40") aproximadamente de água sob o primeiro suporte flutuante da parte de margem e que o encontro da ponte deverá estar aproximadamente 0,8m (30") acima do nível da água. Para melhor compreensão do apresentado acima, será dado um exemplo prático: seja de 6 m a distância do intervalo medida. No caso de uma ponte normal esse valor, de acordo com a tabela, deverá ser aproximado para um múltiplo de 4,57 m (15') maior ou menor ou seja 9,14 m (30') ou 4,57 m (15') respectivamente. Então, dependendo das condições da margem, a parte de margem de segunda margem será ou deslocada em direção ao rio de 1,43 m (6m — 4,57m) ou em direção à margem de 3,14 m (9,14m — 6m).

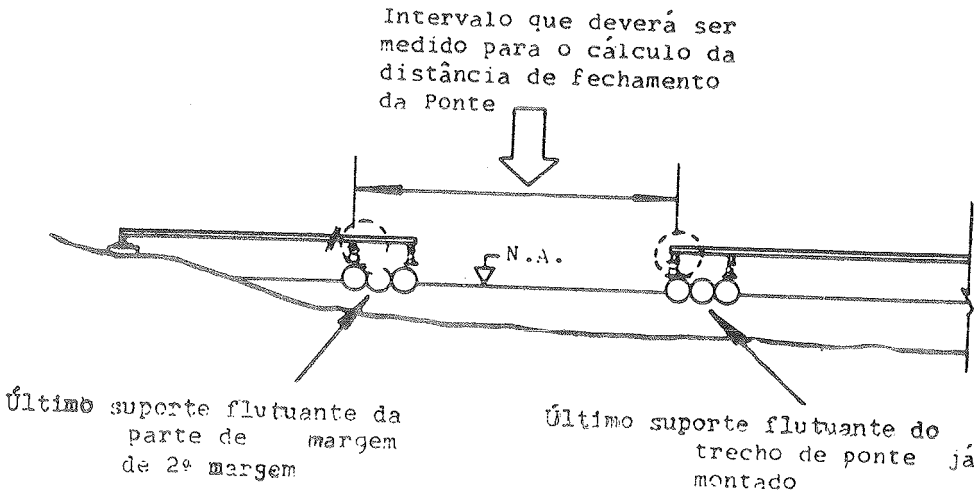


Figura 1-91. Esquema genérico para o cálculo da distância de fechamento no caso de Pontes não-reforçadas

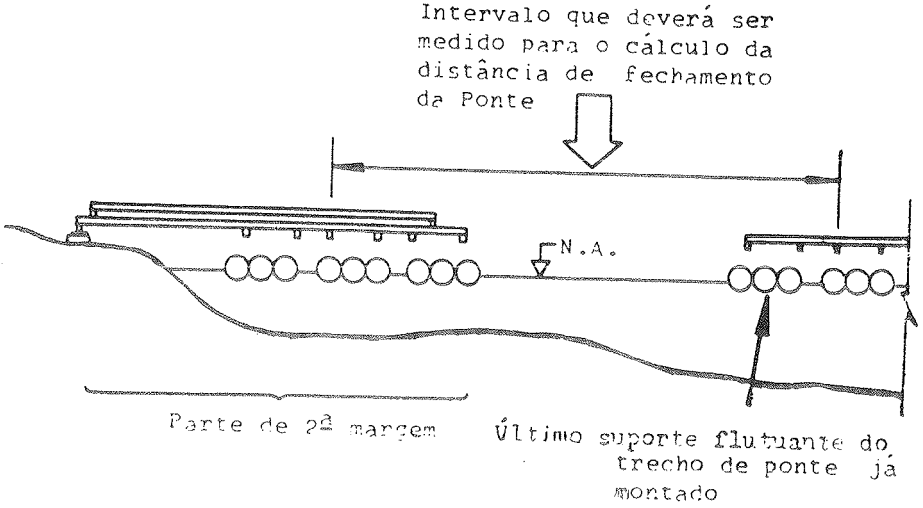


Figura 1-92. Esquema para o cálculo da distância de fechamento no caso de pontes reforçadas

TIPO DE PONTE	AJUSTAR PARA MÚLTIPLOS DE:	
	EM METROS	EM PÉS
Não reforçadas (*) Reforçadas	4,57 9,14	15 30

Tabela 1-37. Valores para ajustes do lance de fechamento.

Observações:

(*) Normais (com flutuador inteiro e meio-flutuador), semi-reduzida, reduzida, super-reduzida.

(b) Deslocamento da parte de segunda margem e fechamento — A distância de fechamento calculada anteriormente é medida da travessa de enrijecimento da parte de margem de segunda margem para trás ou para a frente, conforme irá se deslocar a parte de margem. Para demarcação da posição final do dormente, cravam-se estacas metálicas em ambos os lados do eixo (Figura 1-95). Com o auxílio de um trator, fixando-se sua lâmina à travessa de enrijecimento do encontro por meio de correntes, desloca-se a parte de margem até sua posição final (Figura 1-93 e 1-94). Nesse meio tempo, os suportes flutuantes são adicionados à ponte, até o fechamento.

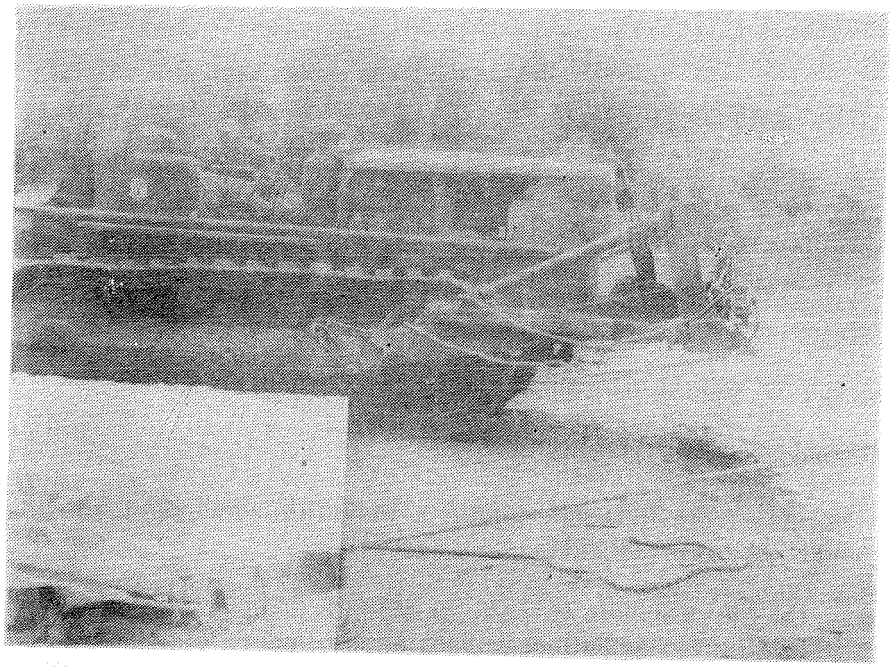


Figura 1-93. Erguimento do balanço para as operações de fechamento da ponte.

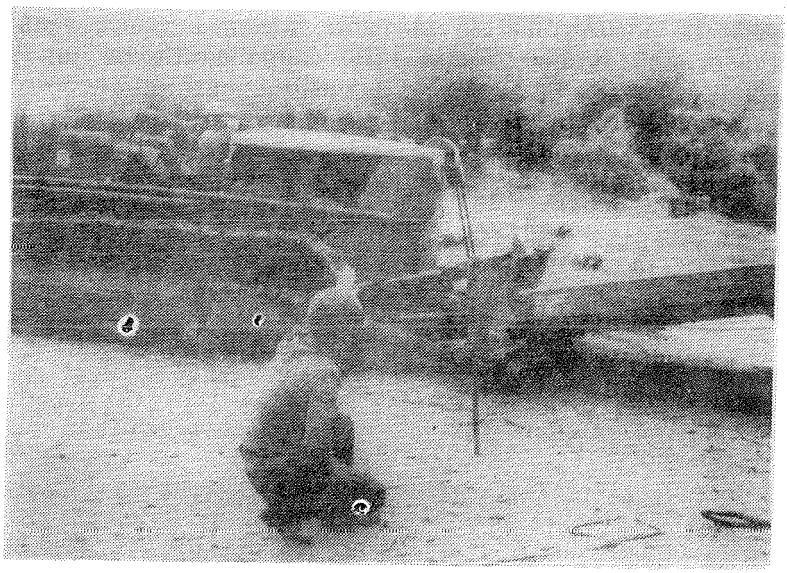
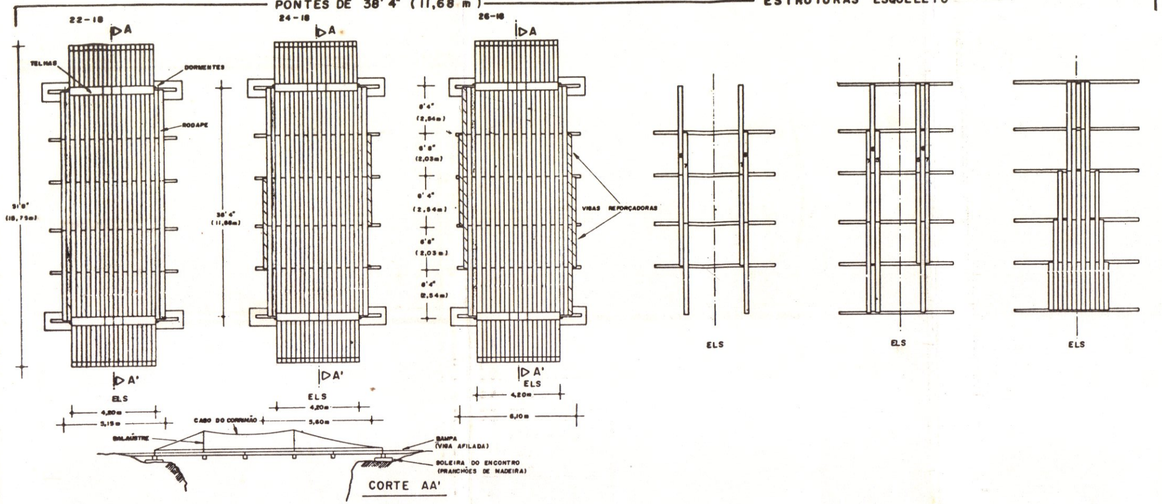


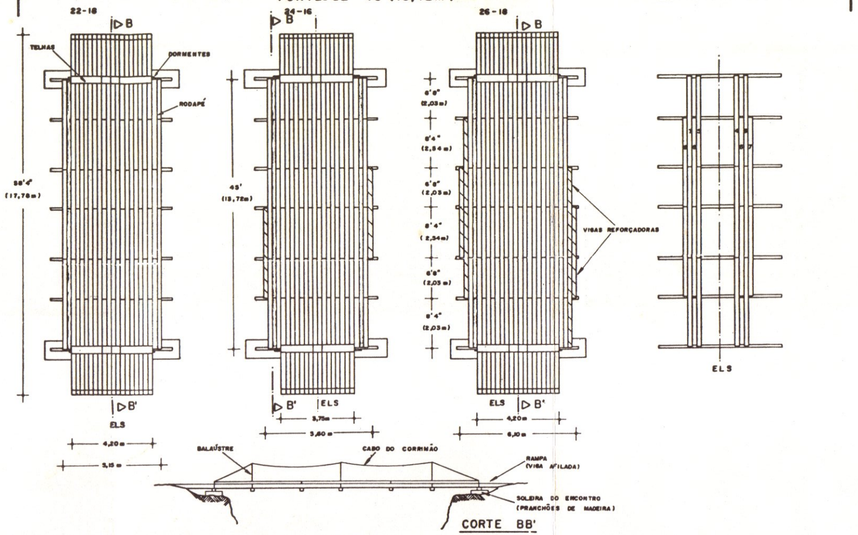
Figura 1-94. Colocação da última travessa de enrijecimento do balanço sobre a soleira.

153

PONTES DE 38' 4" (11,68 m) — ESTRUTURAS ESQUELETO



PONTES DE 45' (13,72 m) — ESTRUTURA ESQUELETO



PLANTA 1-12

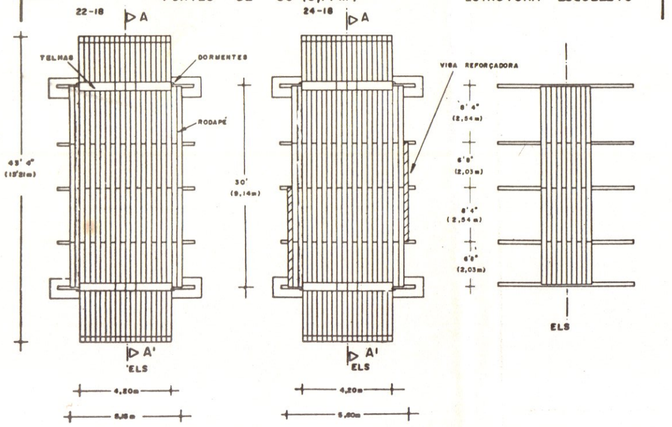
EQUIPAGEM M 4 T 6

PONTES	BIAPOIADAS
38' 4"	(11,684 m)
45'	(13,716 m)

PLANTA BAIXA E CORTES

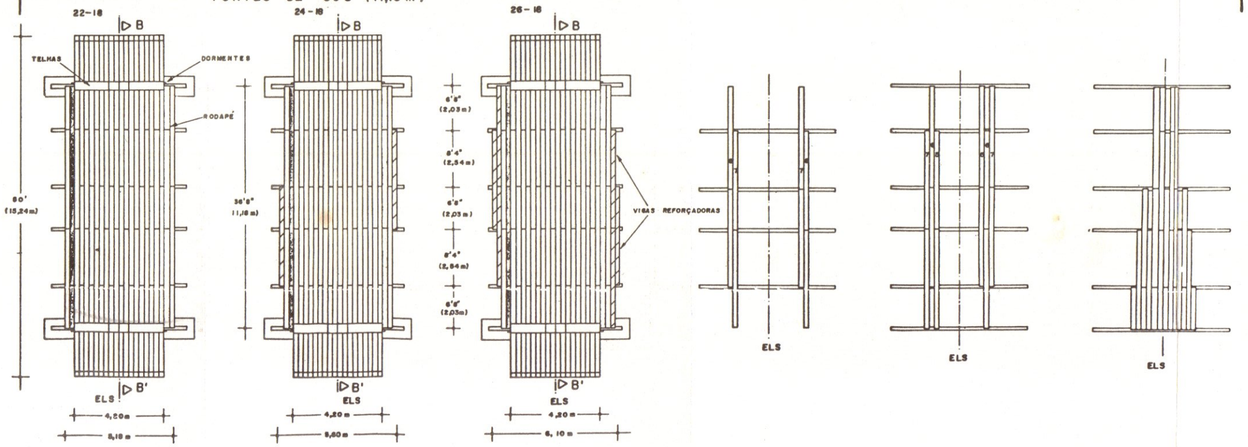
154

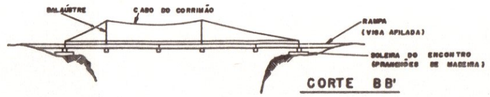
PONTES DE 30' (9,14 m) — ESTRUTURA ESQUELETO



CORTE AA'

PONTES DE 36'8" (11,18 m) — ESTRUTURAS ESQUELETO





CORTE BB'

PLANTA 1-13

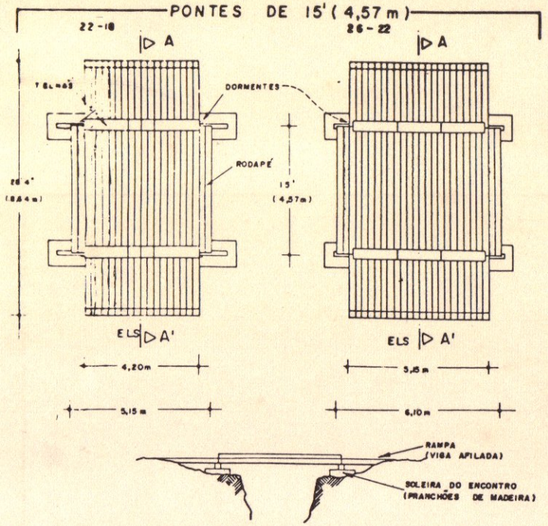
EQUIPAGEM M 4 T 6

PONTES BIAPOIADAS
30' (9,144 m)
36' 8" (11,176 m)

PLANTA BAIXA E CORTES

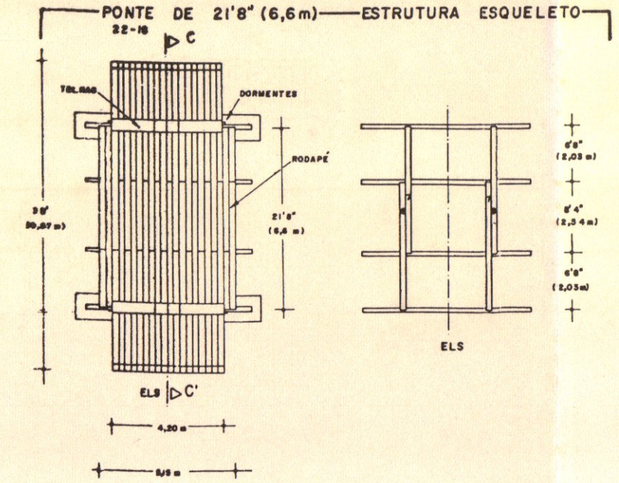
155

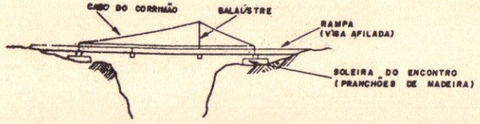
PONTES DE 15' (4,57 m)



CORTE AA'

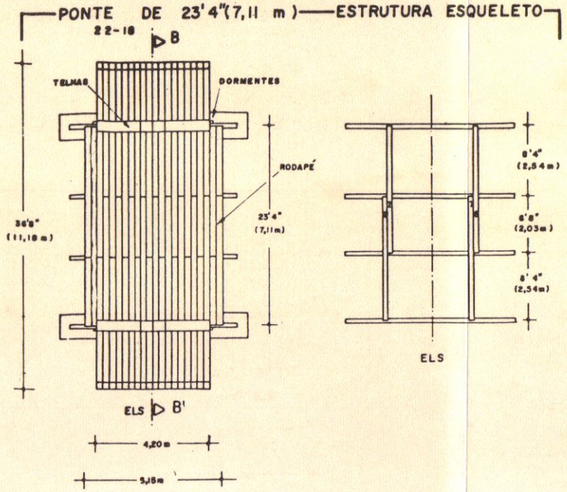
PONTE DE 21'8" (6,6m) — ESTRUTURA ESQUELETO

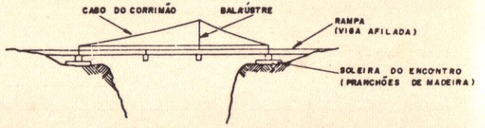




CORTE CC'

PONTE DE 23'4" (7,11 m) — ESTRUTURA ESQUELETO





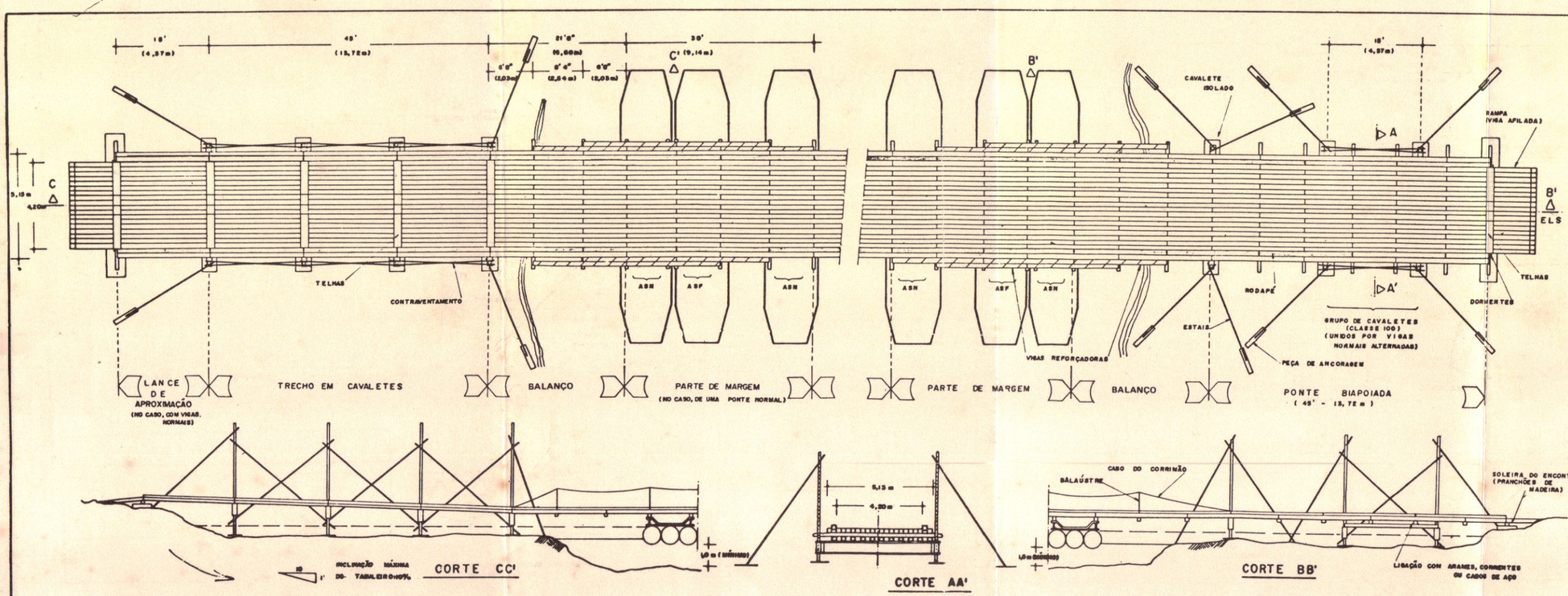
CORTE BB'

PIANTA 1-14

EQUIPAGEM M 4 T 6

PONTES BIAPOIADAS
15' (4,572 m)
21'8" (6,604 m)
23'4" (7,112 m)

PLANTA BAIXA
E CORTES



PLANTA 1-15

EQUIPAGEM M4T6

PONTE COM CAVALETES
CLASSES 60 E 100
(EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO COMBINADA COM PONTE FLUTUANTE)

PLANTA BAIXA
E CORTES

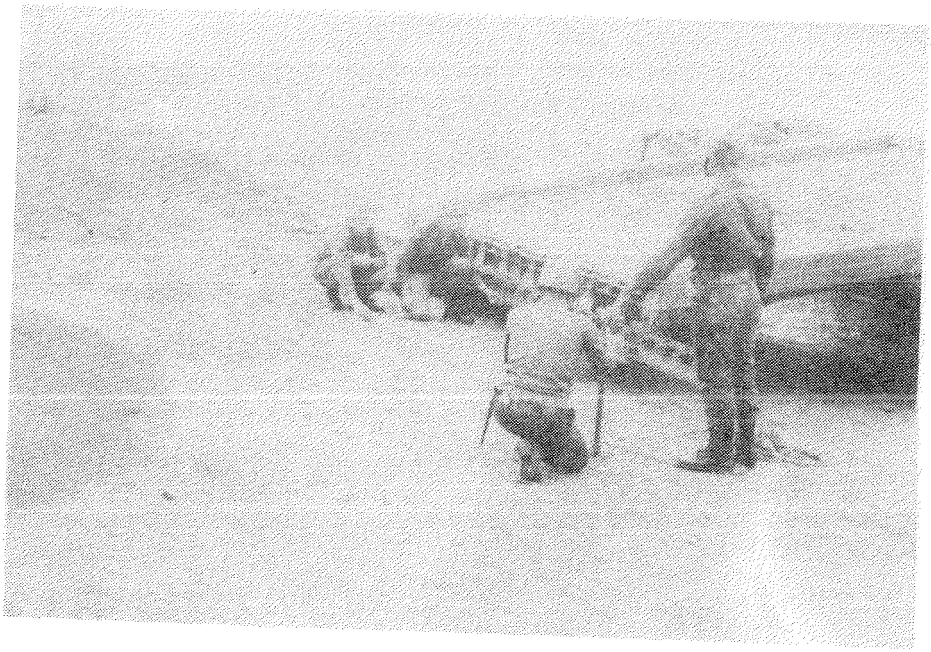


Figura 1-95. Demarcação da posição final da última travessa de enrijecimento do balanço de segunda margem.

b. Pontes fixas

(1) Pontes biapoiadas (plantas baixas 1-12, 1-13 e 1-14).

(a) Montagem dos encontros — A montagem é semelhante à dos encontros das pontes flutuantes. A área de apoio, para cada comprimento de ponte, é definida na fase de planejamento.

(b) Montagem do tabuleiro — A montagem do tabuleiro de uma ponte biapoiada consiste, basicamente, da união de travessas de enrijecimento, por intermédio de vigas normais, curtas ou afiladas. A distância entre as travessas e o tipo de vigas que será utilizado, dependem do comprimento de vão a ser montado. Num local plano, o mais nivelado possível, colocam-se as travessas de enrijecimento, devidamente distanciadas, com adaptadores de rodapé, de acordo com a largura da via desejada. Feito isso, unem-se todas as travessas de enrijecimento entre si por duas linhas de vigamento, que estabelecem a estrutura do tabuleiro (Figura 1-96). Após, completa-se o tabuleiro com vigas normais, curtas ou afiladas (sempre instaladas a partir de seu centro) e fixam-se dormen-

tes às travessas de enrijecimento das extremidades. Após o lançamento do vão, as vigas afiladas são instaladas, como rampas no tabuleiro, na largura da via ou mesmo numa largura suficiente apenas para a circulação das viaturas. Outrossim, se esse material não for disponível, poderá ser improvisada uma rampa de pranchões de madeira. Nas juntas das vigas que constituem os rodapés são instalados os balaústres.

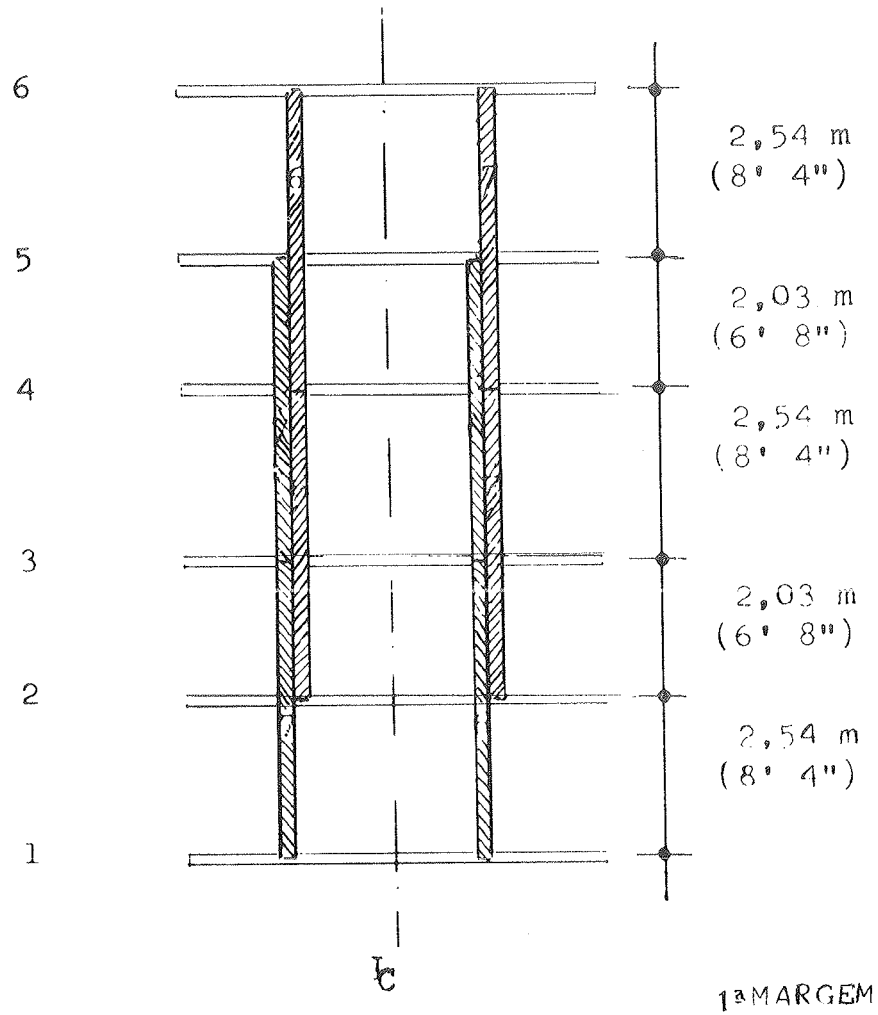


Figura 1-96. Exemplo de montagem de uma estrutura esqueleto de pontes biapoiadas (no caso uma de 11,68 m 38' 4").

(c) Lançamento — Para o lançamento de pontes biapoiadas, sugerem-se os 3 métodos abaixo:

— lançamento da ponte após totalmente montada, com o auxílio de guinchos ou estruturas metálicas em "A" montadas sobre viaturas

— lançamento da ponte após a conexão inicial das travessas de enrijecimento, do mesmo modo que acima (Figuras 1-101 a 104)

— lançamento de vigas auxiliares de montagem sobre o vão, e montagem da ponte sobre tais vigas (Figura 1-97 a 1-100)

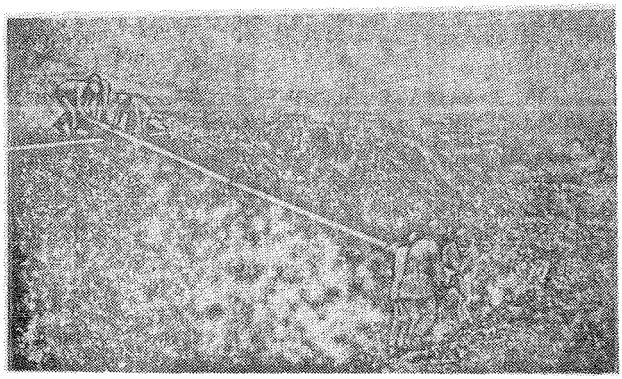


Figura 1-97. Viga de montagem sendo carregada através do vão

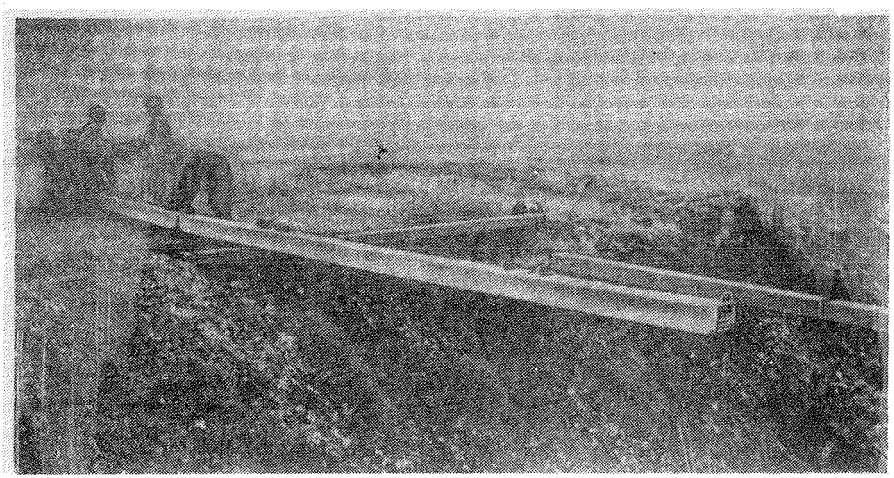


Figura 1-98. Viga de montagem sendo lançada por contrapeso

contrapeso

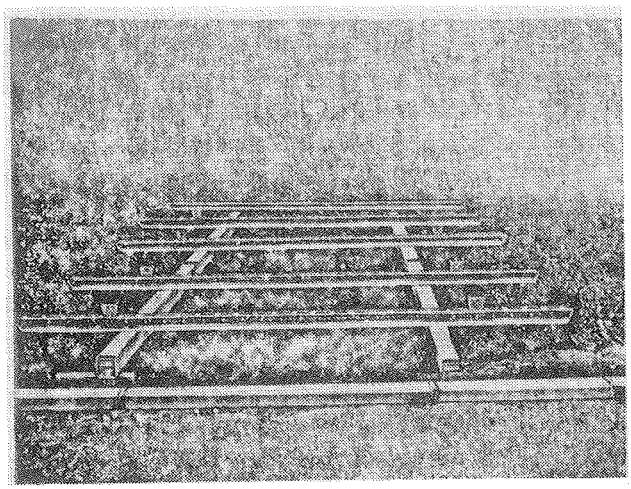


Figura 1-99. Vigas de montagem apoiando travessas de enrijecimento da ponte a ser montada

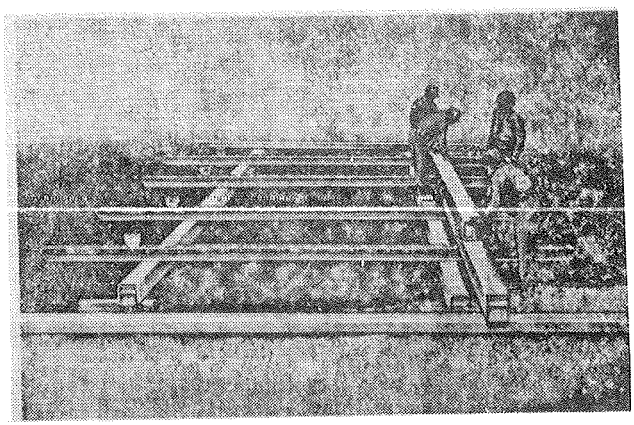


Figura 1-100. Posicionamento de vigas

(d) Regras aplicáveis

— O primeiro caso é mais adequado a pontes menores e mais leves, quais sejam as de até 7,11 m (23'4") de comprimento.

— o segundo método abrange todos os comprimentos de ponte, considerando o fato das estruturas "esqueleto" lançadas serem consideravelmente mais leves que as pontes já concluídas.

— para pontes maiores, poderá surgir uma flecha causada pelo peso da estrutura lançada, que poderá ser vencida usando-se um guincho e lingas, para assegurar o nivelamento da estrutura, até a colocação de todas as vigas nas travessas de enrijecimento (Figura 1-104). Os depressores podem também ser utilizados nessa operação.

— o terceiro método é válido da mesma forma para qualquer um dos comprimentos de pontes previstos.

— as vigas de montagem consistem de vigas normais da equipagem, unidas topo a topo, por meio de parafusos colocados através dos orifícios dos engates machos das vigas e por plaquetas de conexão (Figura 1-105). As vigas, assim conectadas, são colocadas através do vão por elementos que o atravessam a pé (Figura 1-97). Outro método de lançamento das vigas, seria semelhante ao utilizado em pontes Bailey: elas deslizariam através do vão, à medida que outras vigas fossem sendo instaladas como contrapeso em sua extremidade oposta àquela em balanço (Figura 1-98). Lançada a viga, travessas de enrijecimento são deslizadas sobre elas, por meio de cordas até suas posições finais (Figura 1-99). Monta-se a ponte, e, assim que concluída, é levantada com macaco para as vigas de montagem serem retiradas.

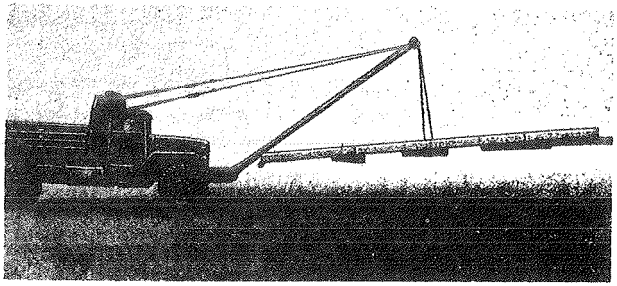


Figura 1-101. Lançamento de uma estrutura esqueleto

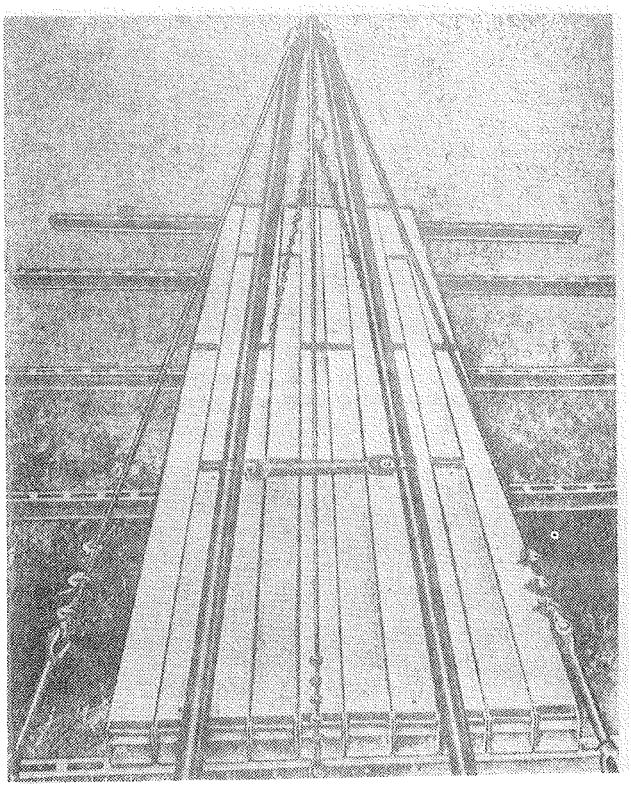


Figura 1-102. Lançamento da estrutura esqueleto de uma ponte de 30' (9,14m)

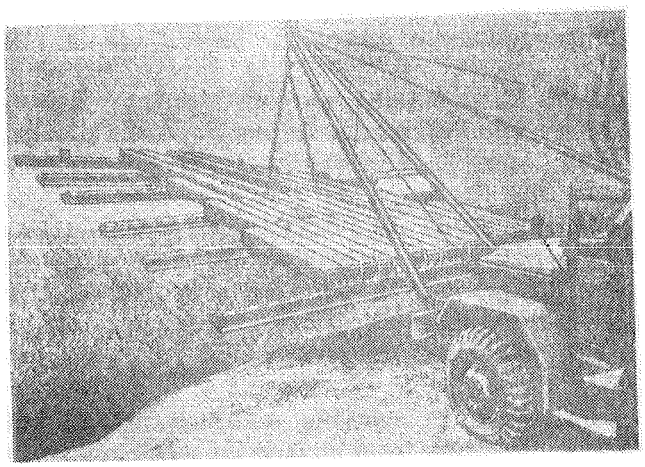


Figura 1-103. Estrutura esqueleto de uma ponte biapoiada de 38'4" (11,68 m) sendo lançada por uma estrutura em "A" montada sobre uma viatura transporte.

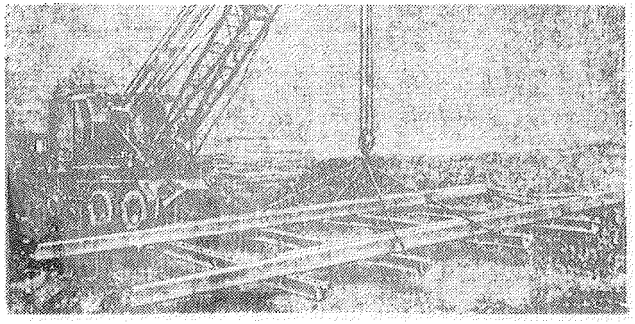


Figura 1-104. Estrutura esqueleto de uma ponte biapoiada de 38'4" (11,68m) sendo lançado por um guincho com o auxílio de lingas

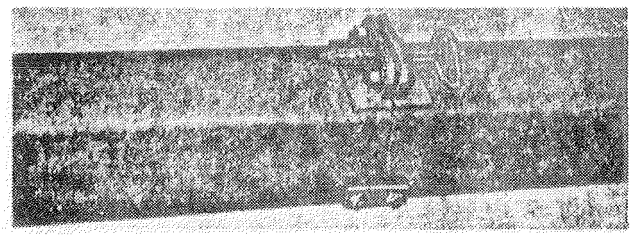


Figura 1-105. Conexão de duas vigas normais (para a formação de vigas de montagem) por um pino e plaquetas de conexão.

c. Pontes de cavaletes — (Planta baixa 1-15)

(1) Montagem dos cavaletes

(a) Conexão dos componentes constituintes — Sobre uma pilha de pranchões de madeira, ou mesmo de vigas normais com aproximadamente 0,8 m de altura, apoia-se inicialmente o chapéu de cavalete (Figura 1-106). Após, em cada uma de suas extremidades são fixadas as pernas, por meio de pinos de aço e das trancas do chapéu. Uma sapata é então conectada à cada perna do cavalete, por meio de parafuso solidário a ela (sapata). Os estais são fixados nas extremidades superiores por meio de braçadeiras. O número de estais a serem instalados poderá ser igual a 2 ou 3, conforme a segurança desejada.

(b) Levantamento do cavalete — Concluída sua montagem, o cavalete poderá ser levantado com auxílio de cabos de manílha (Figura 1-108) ou um guincho, com lingas fixadas a cada extremidade do chapéu, ou até mesmo com o auxílio dos próprios estais do cavalete.

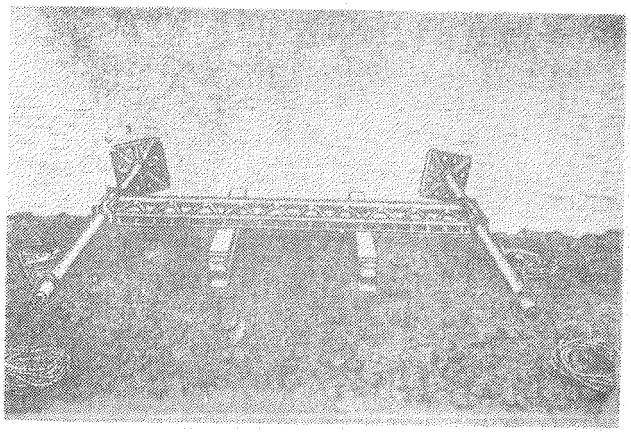


Figura 1-106. Aspecto do cavalete deitado sobre uma pilha de vigas normais

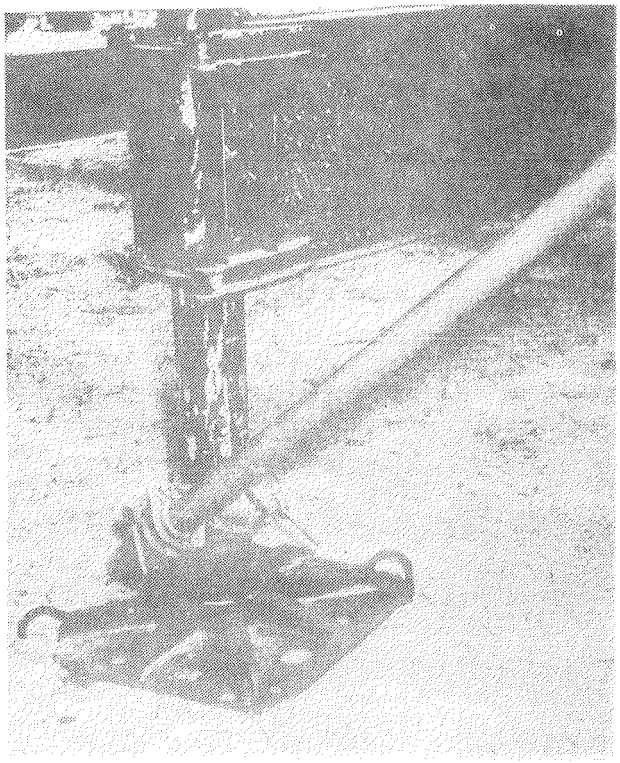


Figura 1-107. Detalhe da conexão do chapéu e estai à perna do cavalete

(c) Estaiamento — Após levantado o cavalete, nas extremidades dos estais são fixadas as peças de ancoragem e essas fixadas ao solo de tal modo que o ângulo do estal com a horizontal seja de 45° aproximadamente. Se um grupo de cavaletes for montado, à medida que cada um for sendo concluído e levantado, são ancorados temporariamente, até à conclusão do seguinte, quando então são unidos por estais e ancorados definitivamente ao solo.

(d) Regulagem da altura dos chapéus — Antes da instalação das vigas, a altura dos chapéus deverá ser ajustada de tal forma que a inclinação do tabuleiro não seja maior que 10%. Isso é feito por meio de talhas fixadas às pernas do cavalete por meio do suporte da talha (consolos).

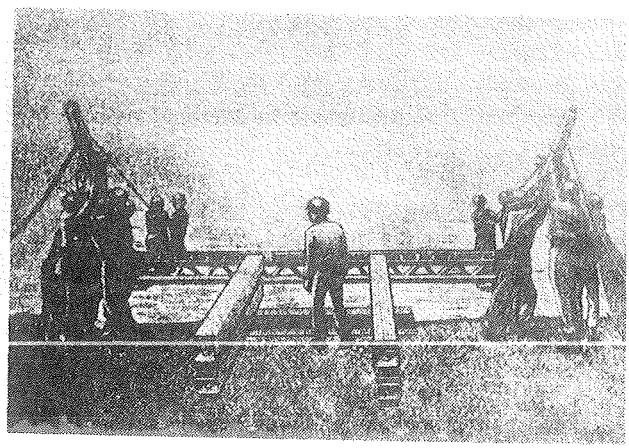


Figura 1-108. Levantamento do cavalete

(2) Encontro — Sua montagem é semelhante a de pontes flutuantes. A área da soleira do encontro é determinada na fase de planejamento da ponte.

(3) Montagem do tabuleiro

(a) Pontes classe 60 — Sua montagem consiste apenas na instalação de vigas lado a lado, unindo os cavaletes. Observe-se que tal instalação deverá ser procedida sempre a partir do centro do chapéu em direção à ambas as pernas. A posição dos adaptadores de rodapé, colocados nos engates macho do chapéu, é função da largura da via desejada.

(b) Pontes classe 100 — Inicialmente, unem-se os cavaletes por meio de vigas intercaladas ou pranchões. Após, monta-se uma ponte biapoiada, que fica assentada sobre o grupo de cavaletes. Para evitar possíveis deslizamentos, a ponte é fixada aos cavaletes por meio de correntes ou até mesmo arames de aço.

1. 14. UTILIZAÇÃO

Este parágrafo tece um comentário a respeito de normas de utilização (relacionadas com o tráfego de viaturas) e cuidados indispensáveis à manutenção da segurança operacional das pontes. Outras orientações podem ser encontradas nos manuais T 5-270 e T 5-271.

a. O controle do tráfego deve ser rigoroso e orientado por pessoal treinado e experiente.

b. Em travessias normais com segurança, a viatura pode trafegar em qualquer lugar sobre o tabuleiro da ponte, a velocidades de até 40 Km/h (25 mph).

c. Em travessias com precaução, o centro de gravidade da viatura não deve deslocar-se mais de 30 cm (12") do eixo da ponte e sua velocidade não deve exceder a 13 Km/h (8 mph).

d. Um espaçamento mínimo de 50 metros é exigido entre as viaturas.

e. Em travessias com risco, o centro de gravidade da viatura fica restrito a um deslocamento lateral de 22 cm (9"). Para estes casos é necessário um guia para orientar a viatura, que tem sua velocidade limitada a 5 Km/h (3 mph). Somente uma viatura é permitida na ponte, neste caso.

f. Para as travessias com precaução ou com risco, não é permitido parar, acelerar, mudar de marcha sobre a ponte.

g. A determinação destas medidas e de outras que se façam necessárias é função específica do comandante da ponte.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE ANCORAGEM

ARTIGO I

TIPOS

2-1. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

a. Considerando que a Equipagem Ponte M4T6 se destina, em princípio, a ser utilizada na transposição de cursos de água com forte correnteza e sob pesado carregamento, torna-se necessário um estudo acurado dos sistemas da ancoragem empregados, para garantia da estabilidade e segurança do conjunto.

b. Em princípio, não há uma norma rígida que determine o sistema de ancoragem que deve ser empregado para ancorar uma ponte flutuante, já que as condições dos terrenos são absolutamente diversificadas. Entretanto, serão abordados princípios gerais mencionados nos manuais correntes, que podem ser adaptados aos casos concretos. É necessário salientar a valiosa contribuição do bom senso e a necessidade de acrescentar, sempre, uma cautelosa margem de segurança, quer no planejamento, quer na montagem, quer na manutenção.

c. Serão analisados os sistemas de ancoragem esquematizados no organograma da Figura 2-1.

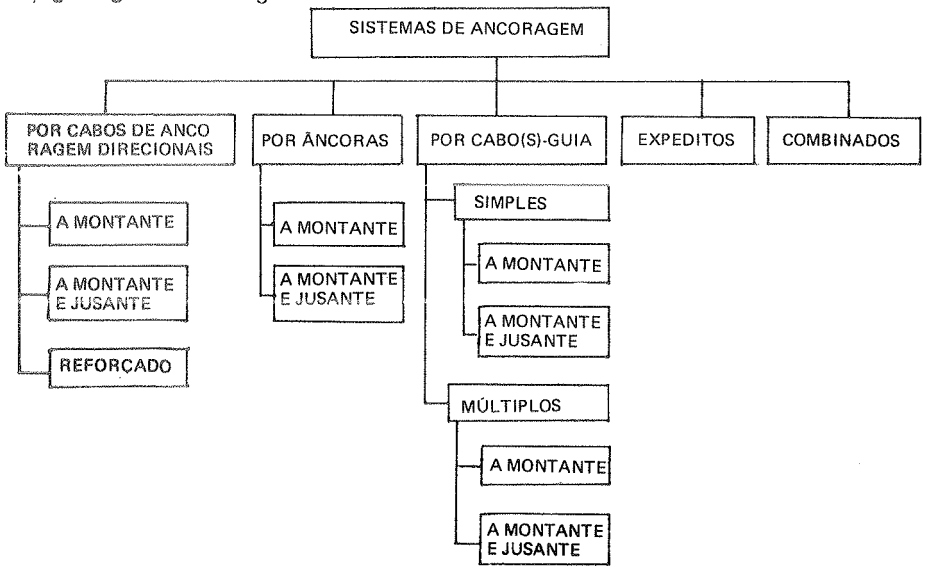


FIGURA 2-1. ESQUEMA GERAL DOS SISTEMAS DE ANCORAGEM QUE SERÃO ABORDADOS

2.2. DESCRIÇÃO E FINALIDADE

a. O presente parágrafo apresenta uma descrição suscinta dos sistemas de ancoragem previstos para as pontes flutuantes construídas com a equipagem M4T6. Além disso, a definição dos seus limites de utilização, em termos de comprimento de ponte x velocidade da correnteza, conduz à escolha acertada.

(1) Sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais — Os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais caracterizam-se por inúmeros cabos ancorados nas margens presos a determinados flutuadores da ponte. Estes cabos situam-se, portanto, a pouca altura da superfície da água. Visam atender à ancoragem de meios contínuos submetidos a correntezas pequenas ou médias, sendo desaconselhável o seu emprego para correntezas elevadas. São aplicáveis a qualquer comprimento de ponte. Existem 3 tipos de sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais: à montante, à montante e jusante e reforçado.

(a) Os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais à montante destinam-se aos rios de correntezas menores do que 0,9 m/s (3pps). São aplicáveis a qualquer tipo de ponte e os seus cabos são conectados a cada 6 suportes flutuantes de montante. (conexão "tipo 6 x 6").

(b) Os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais à montante e à jusante são empregados em correntezas de 0,9 m/s (3 pps) coexistentes com pequenas correntezas reversas. Também são aplicáveis a qualquer ponte e as conexões devem ser efetuadas a cada 6 suportes flutuantes de montante e a cada 10 suportes flutuantes de jusante, (conexão "tipo 6 x 6 a montante e "tipo 10 x 10" a jusante).

(c) O sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais reforçados são empregados em casos de correntes reversas da mesma ordem de grandeza que a correnteza principal, porém menores que 0,9 m/s (3 pps). Os cabos são conectados a cada 6 suportes flutuantes, tanto à montante quanto à jusante, para qualquer tipo de ponte. (conexão "tipo 6 x 6" à montante e à jusante).

(d) Normas gerais aplicáveis aos sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais:

— nos primeiros suportes flutuantes de cada parte de margem, são instalados os cabos de amarração, tanto à montante quanto à jusante, constituídos por cabos de manilha de 1" (25,4 mm) de diâmetro, para evitar o deslizamento longitudinal da ponte, por ocasião do impacto produzido pelas viaturas que ingressam.

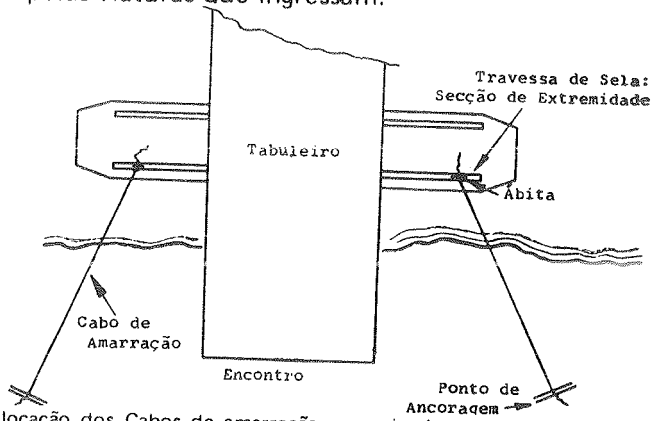


Figura 2-2. Colocação dos Cabos de amarração nos primeiros suportes flutuantes de cada parte de margem.

— os cabos de ancoragem direcionais propriamente ditos nunca devem ser de diâmetro inferior a 1/2" (12,7 mm) para cabos de aço IPS, 6 x 19, com alma de fibra. Devem ser instalados de tal forma que apresentem um ângulo mínimo de 45°com o eixo longitudinal da ponte. A sua quantidade é função do tipo de sistema (à montante, à montante e jusante ou reforçado) e do número de suportes flutuantes da ponte. São ligados ao engate macho (orifício central alongado) da viga normal mais externa do tabuleiro, situada sobre o suporte flutuante que estiver sendo ancorado e a sua distribuição geral deve ser simétrica em relação ao eixo transversal de simetria da ponte. Outrossim, as folgas máximas (número de suportes flutuantes não conectados) deverão ser obedecidas e condizentes com o tipo de conexão adotado: para conexão "tipo 6 x 6", a folga máxima recomendada é de 3 suportes flutuantes no trecho da ponte que passa pelo seu eixo transversal de simetria; para conexões "tipo 10 x 10", esta folga poderá ser de até 5 suportes flutuantes não conectados.

— no caso de cabos de ancoragem direcionais com mais de 60 metros de extensão, deverão ser utilizados suportes que impeçam a sua submersão e conseqüente arraste. (Isto no caso de margens mais baixas do que 3 metros; para margens mais altas, o referido comprimento limite passa a ser de 90 metros aproximadamente). Estes suportes poderão ser fixados ao leito do rio (estruturas em "A", metálicas ou de madeira) ou preferencialmente flutuantes (botes auxiliares quaisquer).

– o ponto de ancoragem de cada cabo de ancoragem direcional pode ser natural ou construído. Porém, sempre compatível com o esforço que suportar.

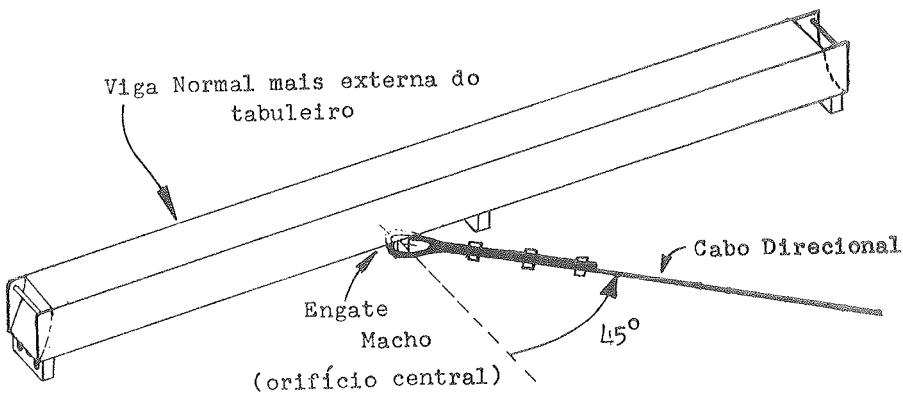


Figura 2-3. Conexão do cabo direcional ao vigamento do tabuleiro.

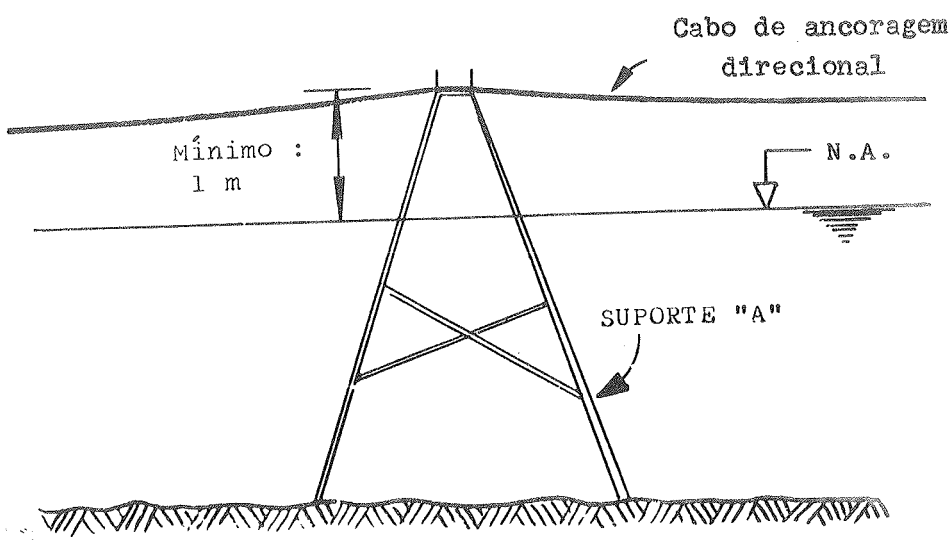


Figura 2-4. Utilização de suporte fixo (estrutura rígida e fixa ao leito) tipo "A".

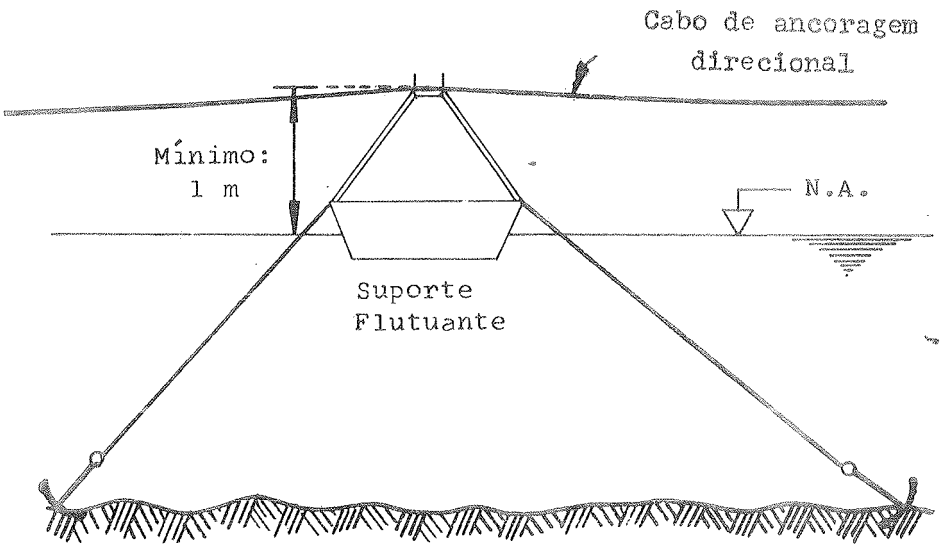


Figura 2-5. Utilização de suporte flutuante (botes quaisquer) como apoio ao cabo de ancoragem direcional extenso.

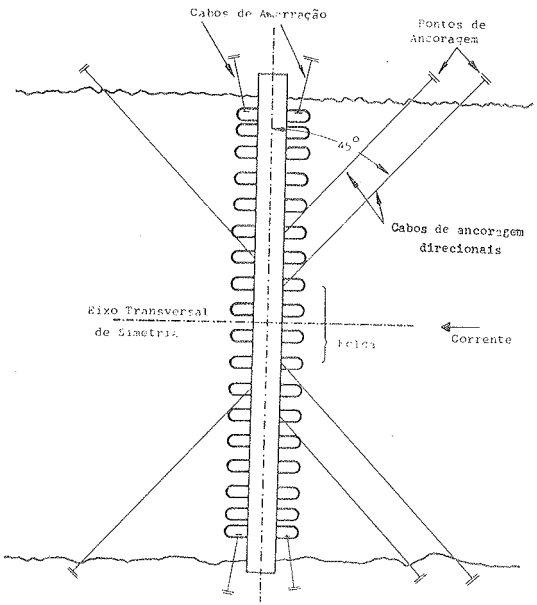


Figura 2-6. Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais a montante e jusante.

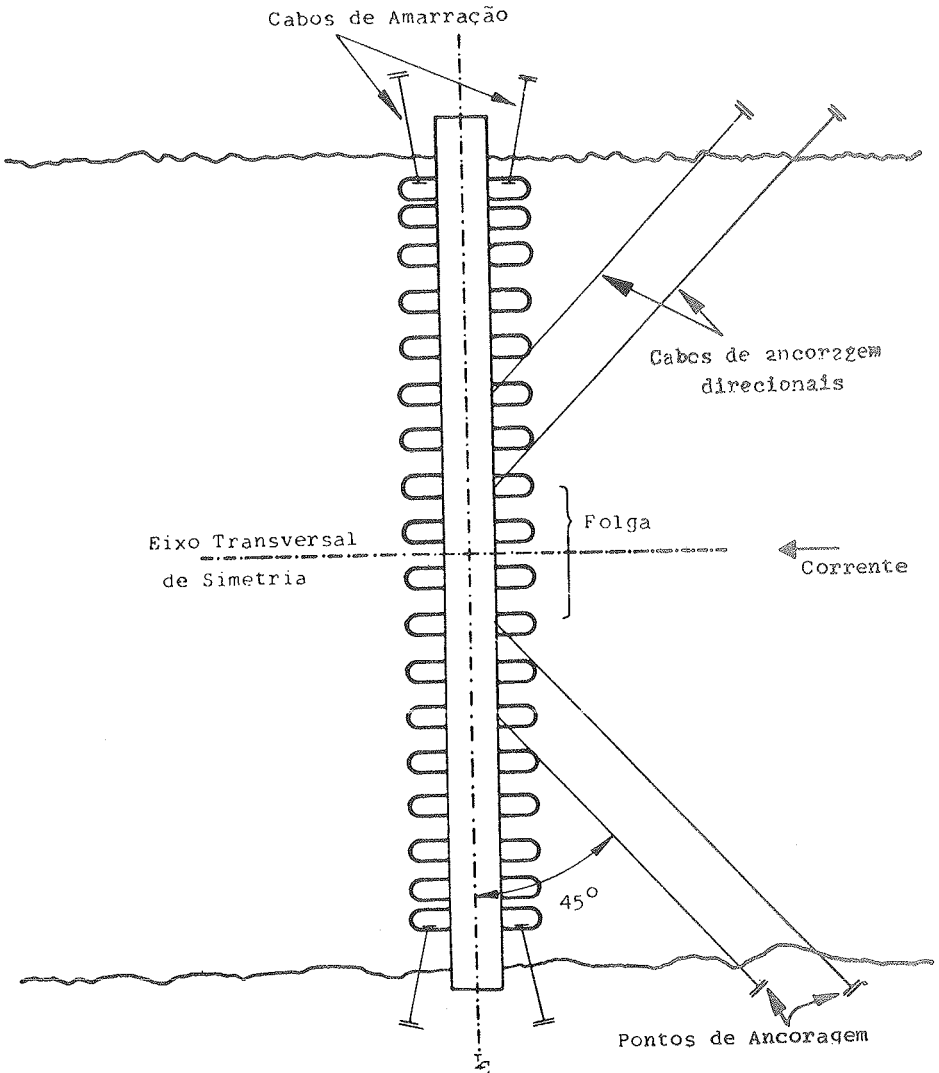


Figura 2-7. Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais a montante.

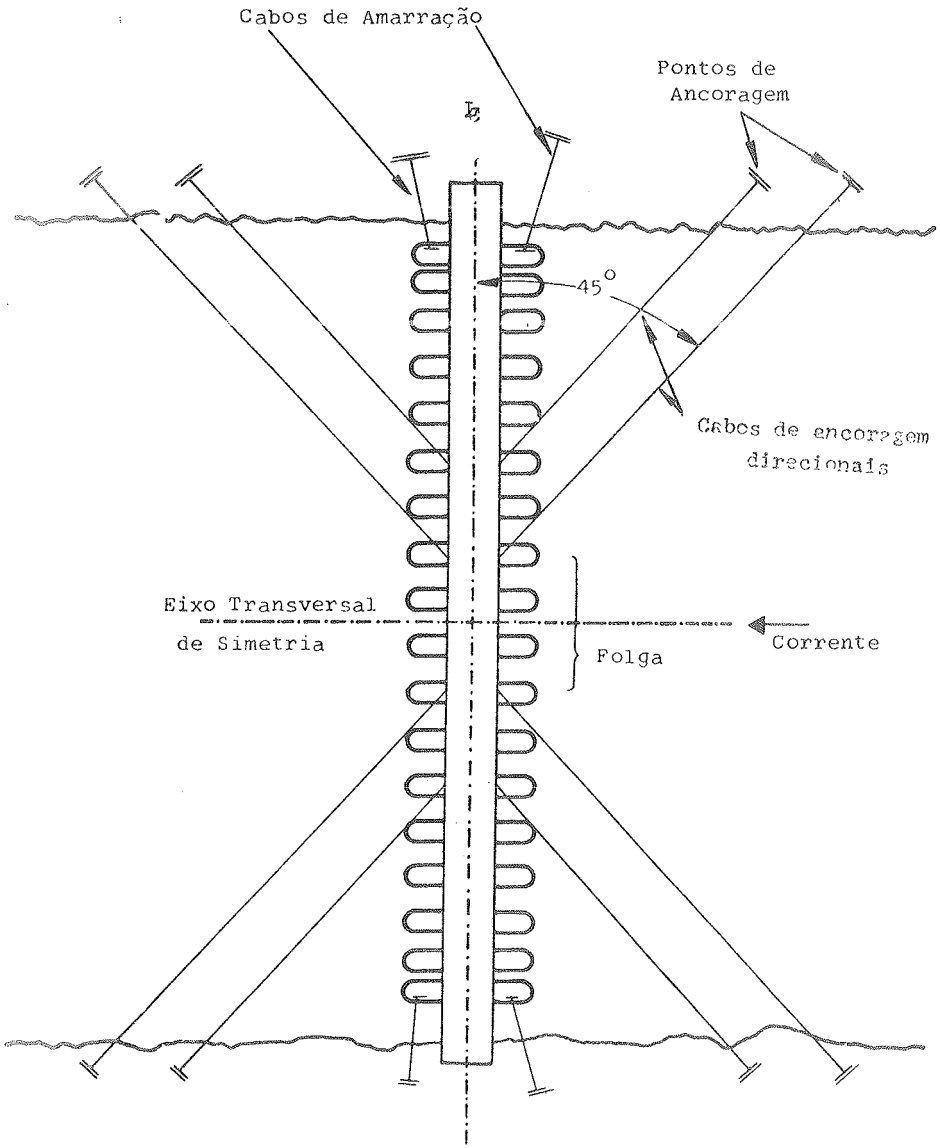


Figura 2-8. Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais reforçado.

(2) Sistemas de ancoragem por âncoras — Nos sistemas de ancoragem por âncoras, a ponte é mantida no seu eixo longitudinal, por meio de âncoras cravadas no leito do rio, ligadas aos respectivos suportes flutuantes. Estes sistemas são comumente empregados em correntes médias, porém muito turbilhonadas e instáveis e em quaisquer vãos. São previstos dois tipos de sistemas de ancoragem por âncoras: à montante e à montante e jusante.

(a) Os sistemas de ancoragem por âncoras à montante destinam-se aos rios com correntezas máximas de 0,9 m/s (3 pps). São aplicáveis a qualquer tipo de ponte e as conexões são feitas em todos os suportes flutuantes de montante.

(b) O sistema de ancoragem por âncoras à montante e à jusante são empregados em rios com velocidades máximas iguais a 0,9 m/s (3 pps), existindo também correntes reversas perceptíveis. São aplicáveis a qualquer tipo de ponte e a conexão à montante atinge todos os suportes flutuantes, enquanto que a jusante as âncoras são ligadas a cada dois suportes.

(c) Regras gerais, aplicáveis aos sistemas de âncoragem por âncoras:

— assim como no sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais, os primeiros suportes flutuantes de cada parte de margem são providos de cabos de amarração pelos mesmos motivos já citados.

— as âncoras empregadas são de equipagem, porém podem ser utilizadas âncoras expeditas, como as constituídas por painéis Bailey, providos de unhas de aço, que agem como elementos fixadores ao leito do rio.

— sempre que possível, as âncoras empregadas devem ter "patas" largas e grandes, cujo respectivo "ângulo de pata" deve medir 45°. (Uma variação de 10%, que ocorra neste ângulo de pata pode acarretar uma variação de 50% no poder de retenção da âncora. Portanto, o ângulo de 45% é o ideal). Em princípio, sempre deverão ser empregadas âncoras pesadas. Quanto aos cabos de âncora, devem ser de manilha com diâmetro de 1" (25,4 mm).

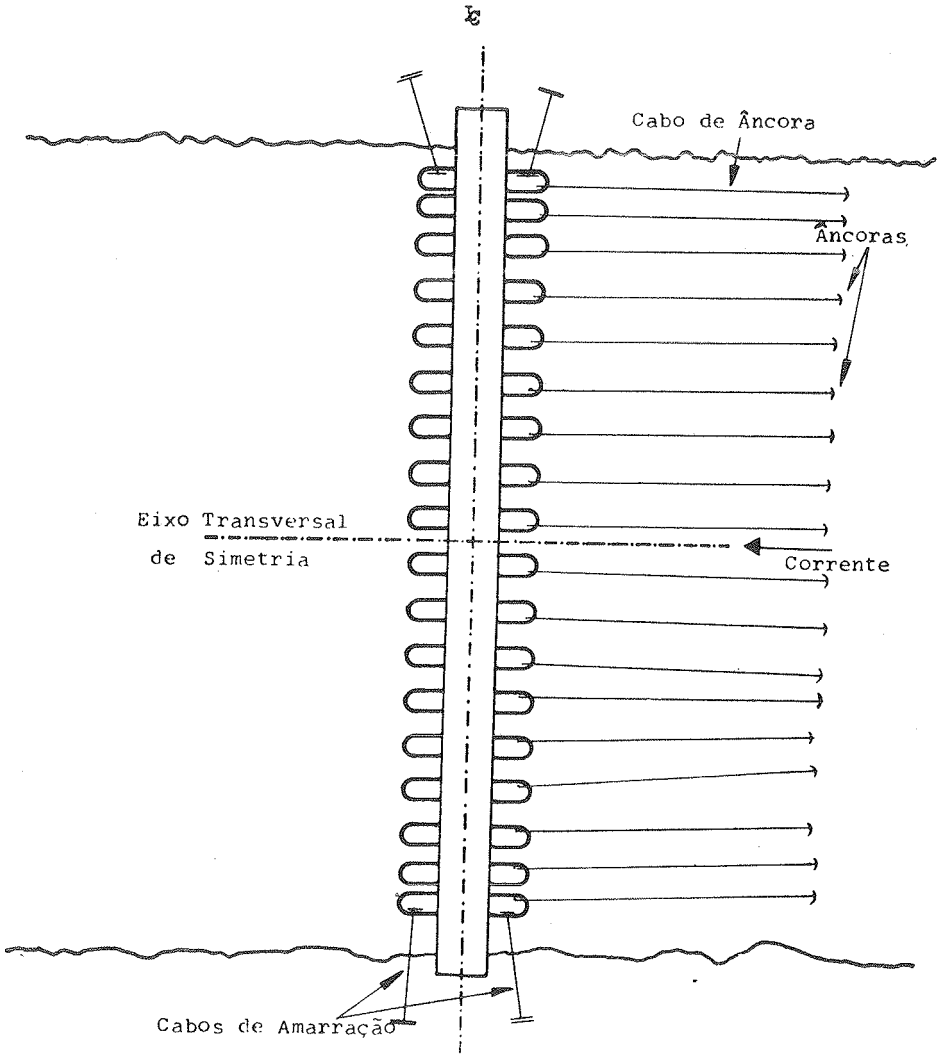


Figura 2-9. Sistema de ancoragem por âncoras a montante.

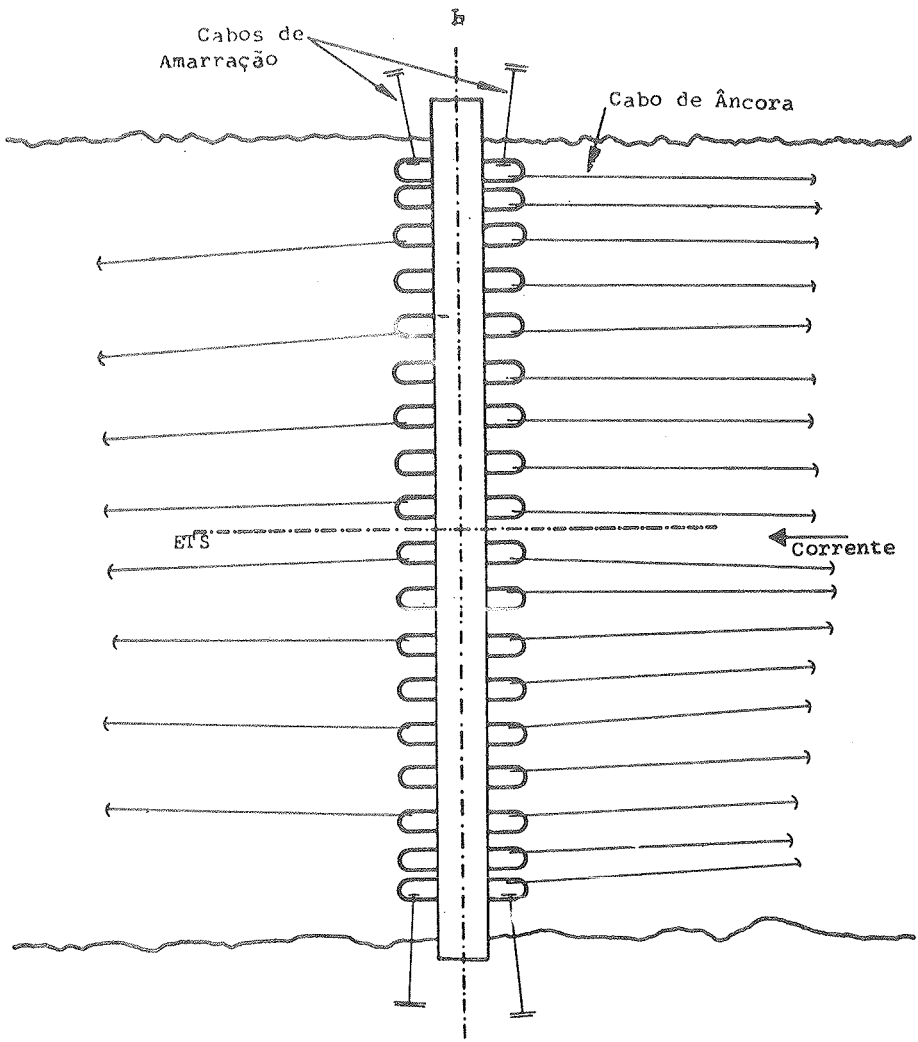


Figura 2-10. Sistema de ancoragem por âncoras à montante e jusante.

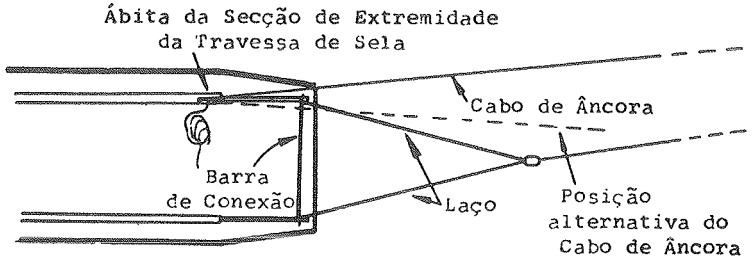


Figura 2-11. Aspecto da conexão do cabo de âncora à sela de um suporte flutuante por meio de um laço. Observe-se que esta técnica é mais segura e prática, porém pouco econômica.

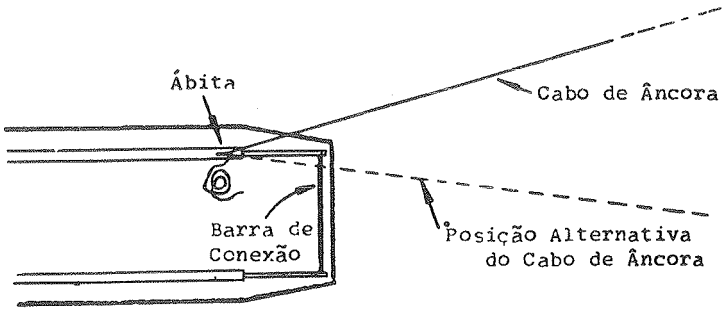


Figura 2-12. Aspecto da conexão direta do cabo de âncora à sela de um suporte flutuante.

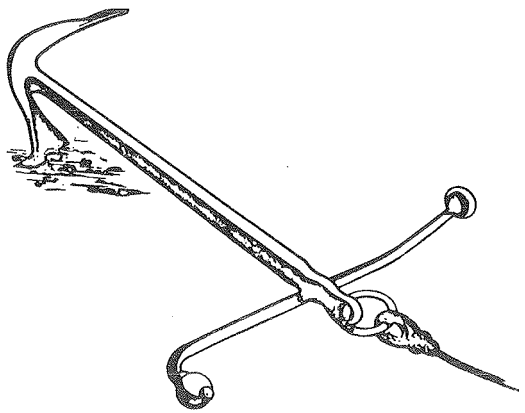


Figura 2-13. Aspecto da âncora de equipagem em posição.

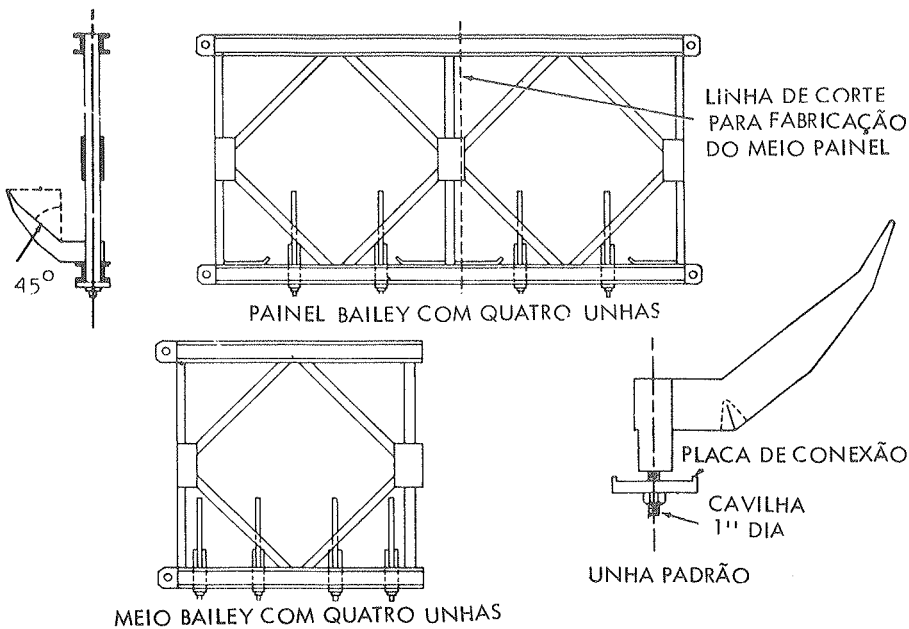


Figura 2-14. Detalhes diversos de âncoras com Painéis Bailey.

(3) Sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia — Os sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia constituem uma aplicação do princípio das pontes pênseis: um ou vários cabos de aço cruzam o rio lateralmente à ponte, possuindo estruturas de apoio em suas extremidades, denominadas torres de ancoragem, para elevá-los a alturas tais que impeçam a sua submersão. Conectados a estes cabos, existem tirantes, que ancoram os suportes flutuantes da ponte. De um modo geral, os sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia aplicam-se a pontes submetidas à correntezas muito elevadas, isto é, da ordem de 3,3 m/s (11 pps), porém implicando comprimentos de ponte convenientemente limitados. Os sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia podem classificar-se em 2 tipos: simples e múltiplos.

(a) O sistema de ancoragem por cabo-guia simples consiste em um cabo-guia apoiado em um par de torres de ancoragem. Sua instalação é aconselhada para vãos de até 365 m, podendo ser instalado em vãos de até 450 m, embora sobrevenham algumas dificuldades técnicas, devido ao elevado peso do cabo suspenso. O cabo-guia de montante é

sempre instalado, ao passo que o de jusante somente o é quando existirem correntes reversas máximas de até 1,5 m/s (5 pps), ou ventos fortes. Os sistemas de ancoragem por cabo-guia simples são apropriados para os rios de velocidades de corrente máximas de até 2,7 m/s (9 pps) para comprimentos de ponte de até 305 m e de 3,3 m/s (11 pps) para comprimentos de ponte de até 185 m (no caso de pontes não-reforçadas). Em pontes reforçadas, são adequados aos rios de velocidades de corrente máxima de 2,1 m/s (7 pps) para comprimentos de ponte de até 305 m e de 3,3 m/s (11 pps) para comprimentos de ponte de até 120 m.

(b) Os sistemas de ancoragem por cabos-guia múltiplos são utilizados quando os vãos forem largos e as correntezas muito elevadas. Em cada par de torres de ancoragem podem ser apoiados 1, 2 ou 3 cabos-guia; também podem ser montados diversos pares de torres, cada um suportando apenas um cabo-guia, constituindo-se numa mera repetição de vários sistemas de ancoragem por cabo-guia simples. Da mesma forma como nos sistemas simples, os sistemas múltiplos podem ser empregados à montante ou à montante e jusante, dependendo da existência de correntes reversas. Os sistemas múltiplos aplicam-se a velocidades de corrente máximas de até 3,3 m/s (11 pps) e para comprimentos de ponte de 365 m (para pontes não-reforçadas) e para comprimentos de ponte de 305 m (para pontes reforçadas). O gráfico da Figura 2-22 dá uma idéia da faixa de atuação de cada tipo de sistema.

(c) Regras comuns aos sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia.

— quanto aos detalhes de construção, cumpre salientar que, assim como para os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais e por âncoras, os sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia exigem cabos de amarração nas partes de margem.

— as torres de ancoragem podem ser as da equipagem M4T6 ou construídas com painéis Bailey, além de ser permitido o emprego de outros materiais, inclusive apoios naturais, como rochas, árvores, etc. Quando o sistema for simples, o cabo-guia fica apoiado na "canaleta" da cúpula da torre; em casos de sistemas múltiplos, deverá ser utilizado o implemento de torre (adaptador).

— outras estruturas como treliças soldadas ou rebitadas, restos de pontes ferroviárias, torres de prospecção geológica ou petrolífera, torres de transmissão de energia elétrica etc., podem ser empregadas como apoios do cabo(s)-guia, havendo sempre a necessidade de instalação de cúpulas adequadas.

— os estais das torres podem ser de cabos de aço de pequeno diâmetro e os pontos de ancoragem terminais do cabo(s)-guia devem ser

compatíveis com os cabos ancorados. Torres muito altas devem possuir estaiamento em dupla ou tripla camada, de acordo com o T5-275.

— os cabos-guia em geral são constituídos por cabos de aço, os quais, para a categoria IPS 6 x 19 com alma de fibra, possuem diâmetros que podem variar de 1/2" (12,7 mm) a 1 1/2" (38,1 mm), conforme as solicitações e o dimensionamento dos sistemas de ancoragem a que servirem. No Capítulo 7 encontram-se várias tabelas de características de cabos de aço diversos; a tabela 2-1 apresenta o(s)cabo(s)-guia previsto pelo manual original.

— os tirantes, por sua vez, são confeccionados com cabos de manilha de 1" (25,4 mm) de diâmetro e são conectados ao cabo-guia por meio de troles, (roldanas duplas) da equipagem, e ao suporte flutuante, por meio de laços de nylon, também da equipagem. São ligados em todos os suportes à montante e a cada dois suportes flutuantes de jusante. Em cursos de água com mais de 896 m de largura e margens baixas necessariamente deverão ser utilizados suportes intermediários para os cabos-guia, já na fase de montagem do sistema. Ocasionalmente, em vãos mais estreitos, deverão ser empregados quando o sistema for sendo carregado (os tirantes sendo conectados) à medida que se processa a montagem da ponte. Estes suportes evitam a submersão da parte fletida do(s) cabo(s)-guia, evitando o arraste. Devem possuir boa flutuabilidade e serem bem ancorados.

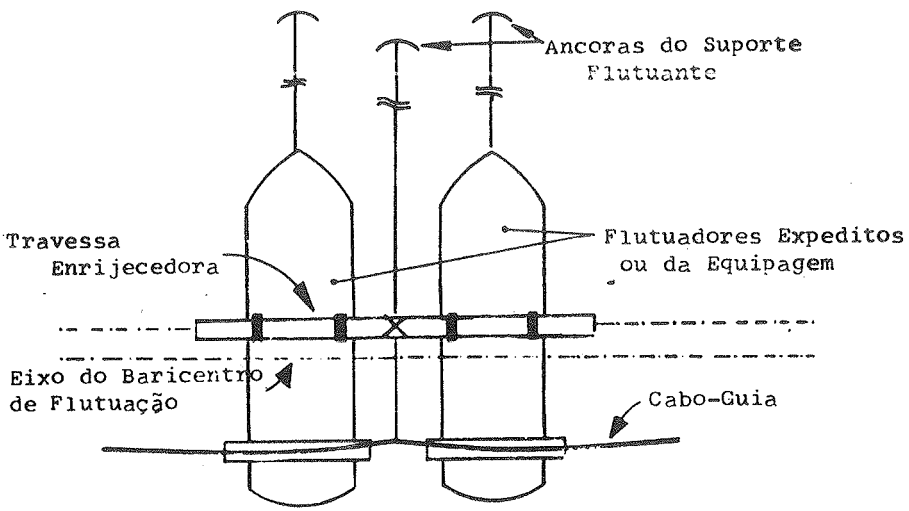


Figura 2-15. Aspecto esquemático do suporte flutuante do cabo-guia, utilizado em vãos muito largos (são locados exatamente no meio do vão).

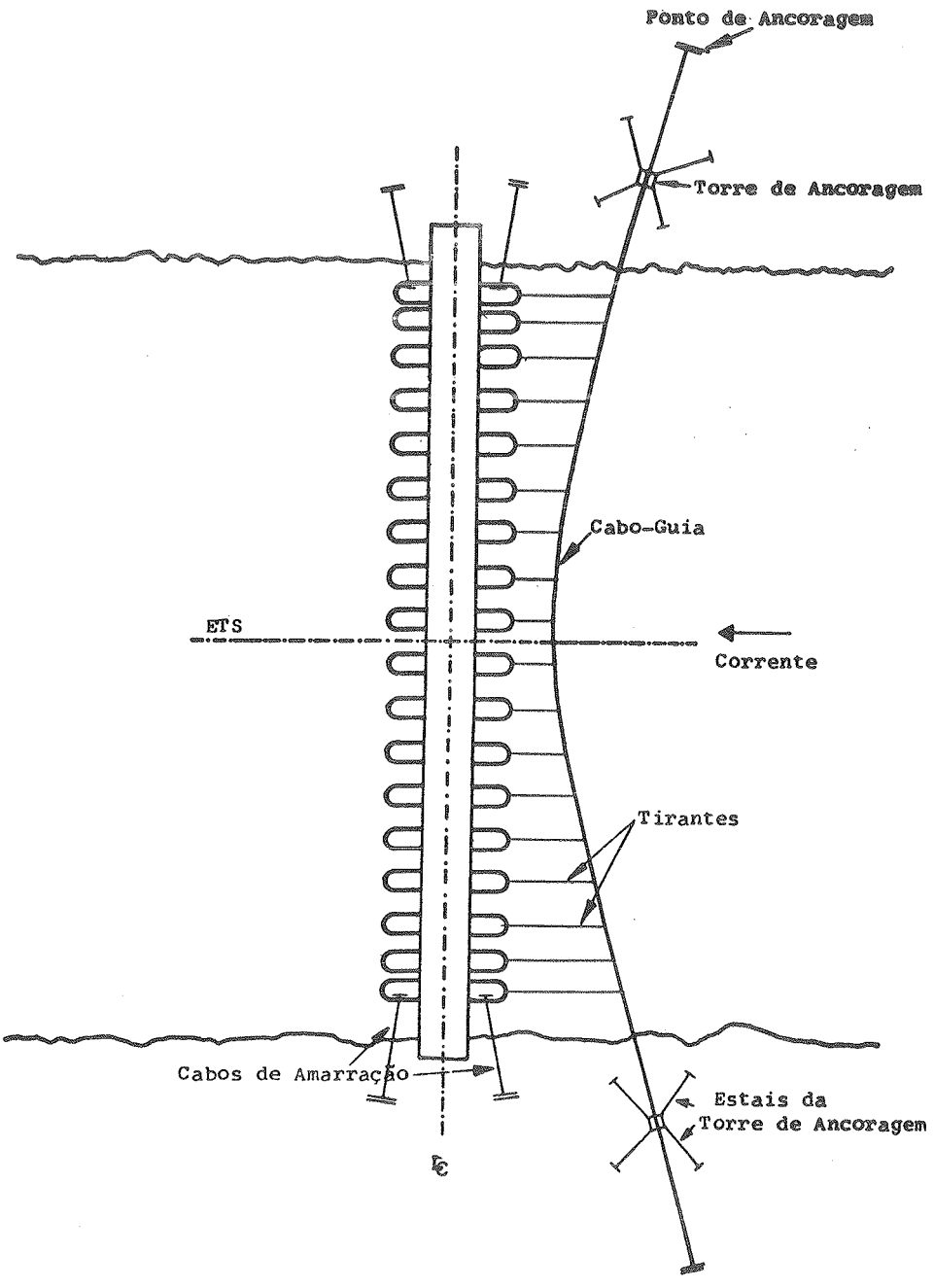


Figura 2-16. Sistema de Ancoragem por Cabo-Guia Simples à Montante

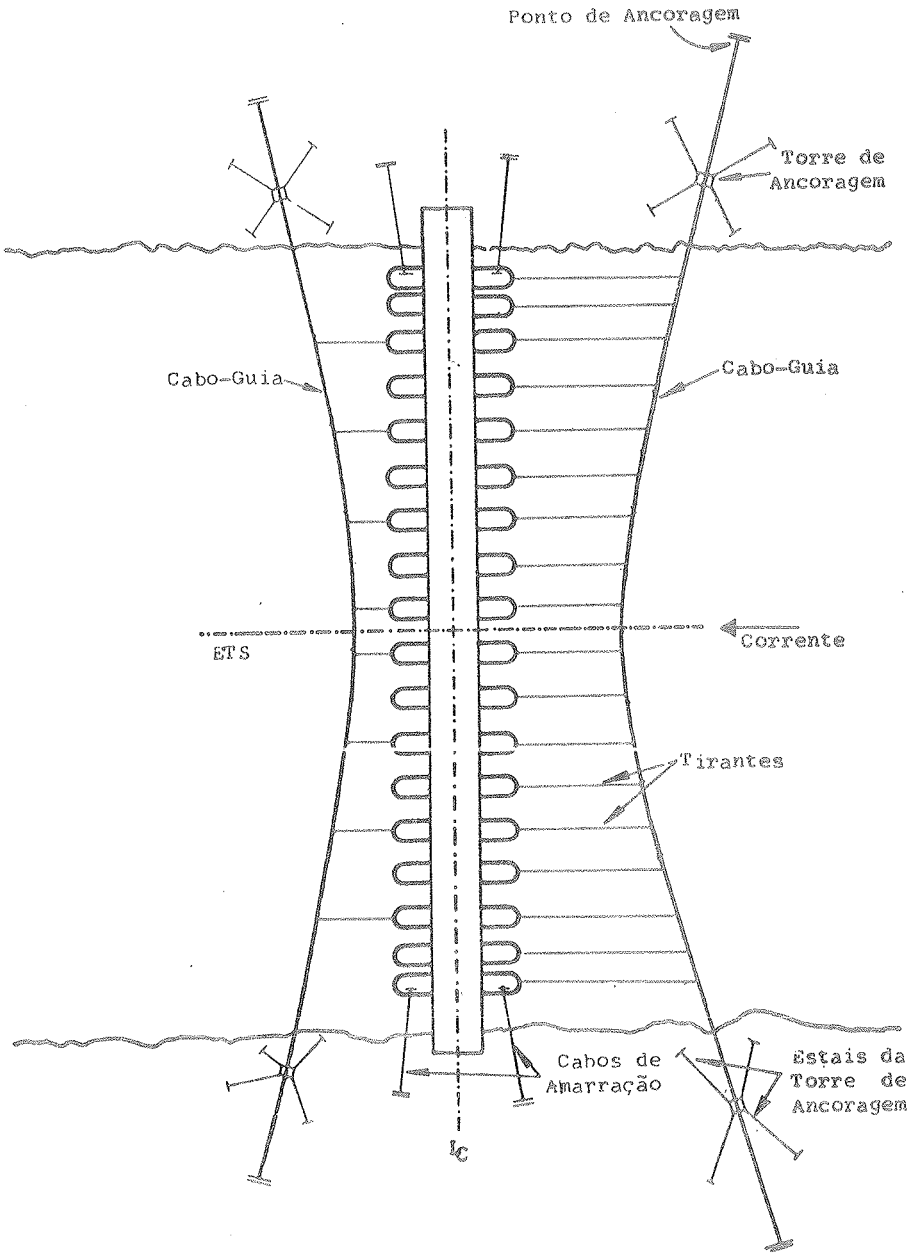


Figura 2-17. Sistema de ancoragem por cabos-guia simples a montante e jusante.

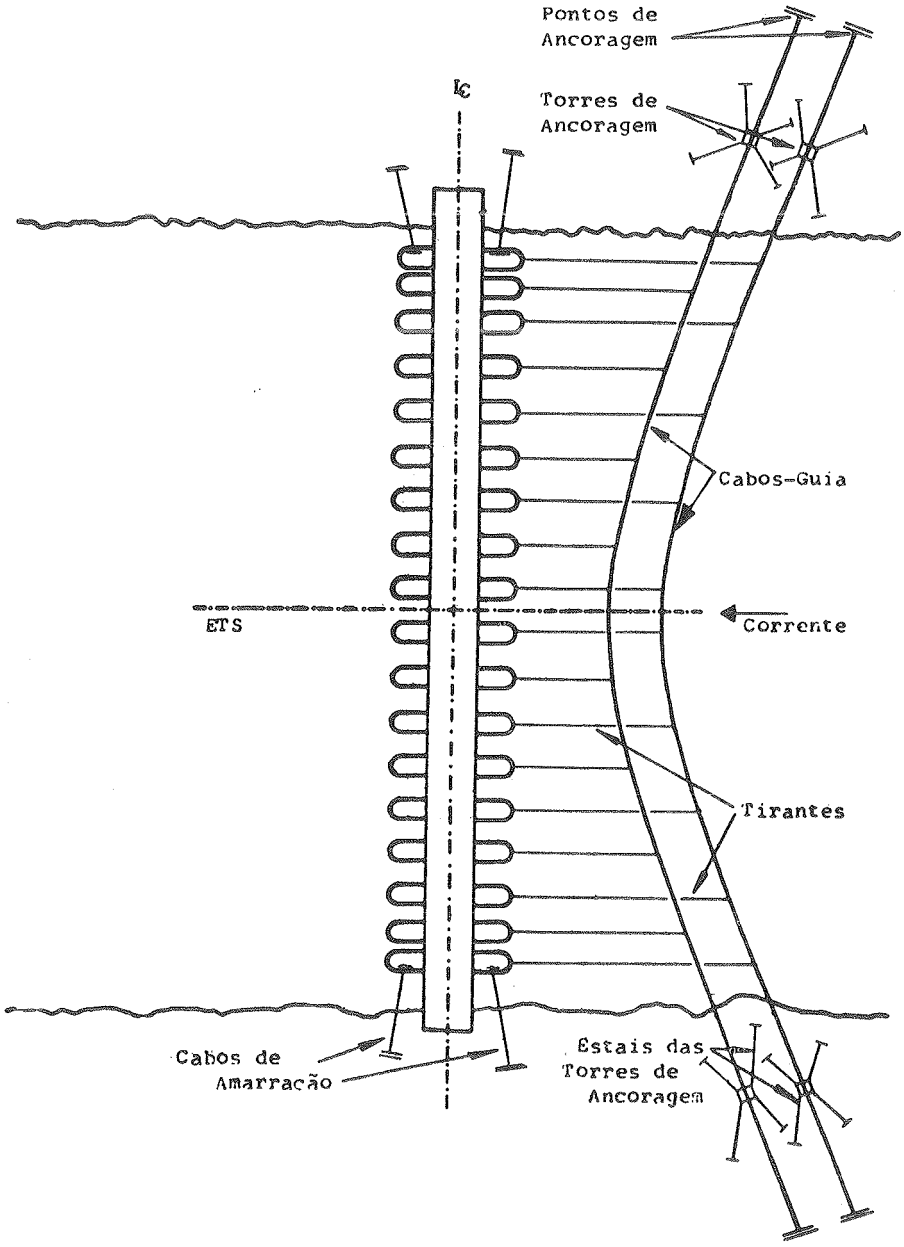


Figura 2-18. Sistema de ancoragem por cabos-guia múltiplos à montante: utilização de um par de torres de ancoragem por cabo-guia.

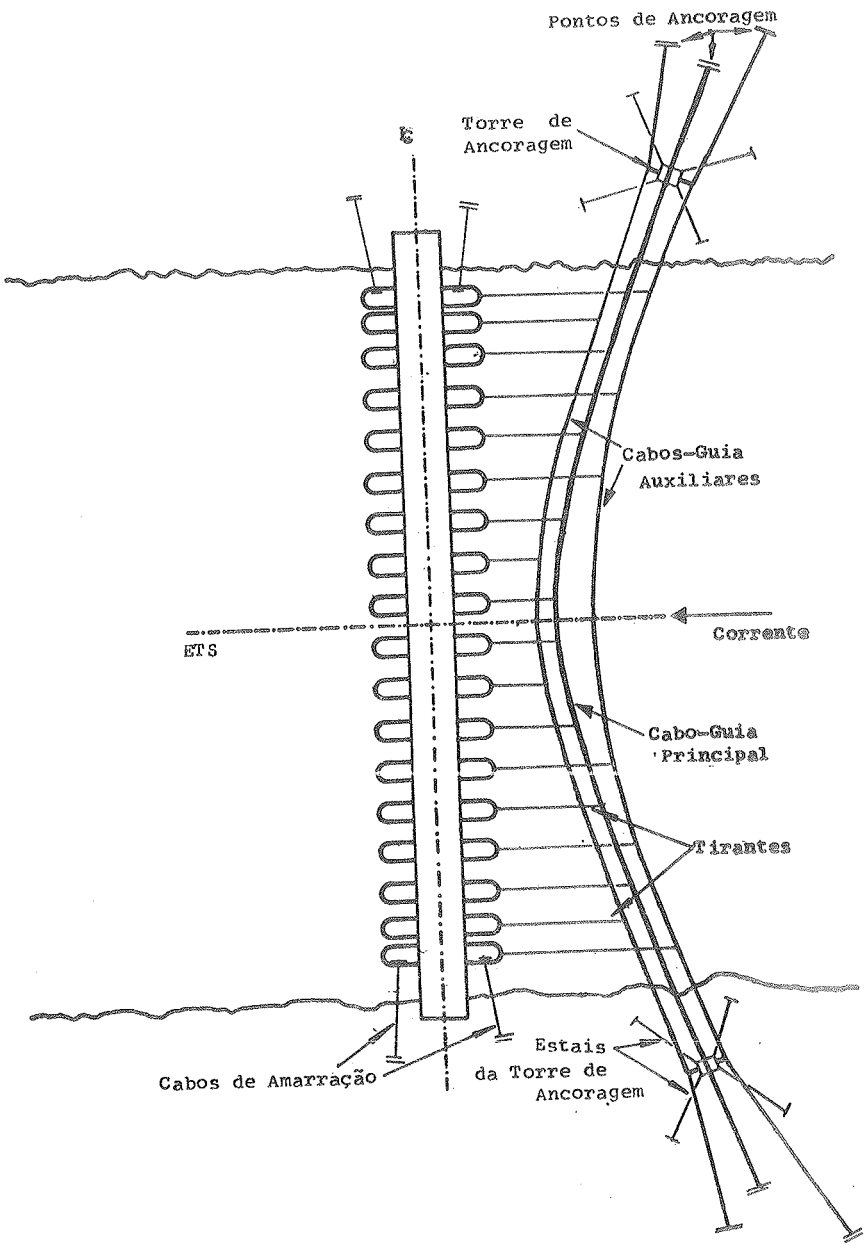


Figura 2-19. Exemplo esquemático representando a utilização de vários cabos-guia numa mesma torre de ancoragem (principal e auxiliares), provida de implemento de torre (adaptador da cúpula).

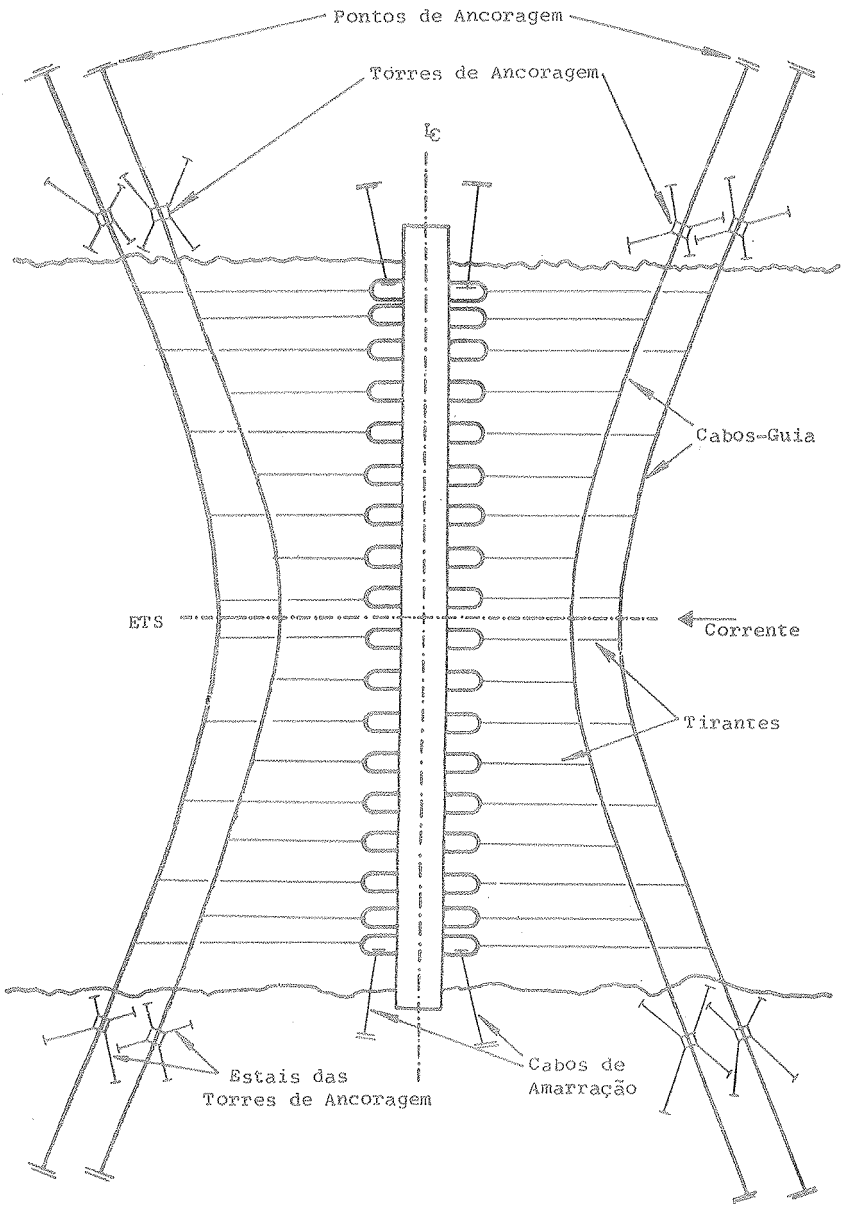
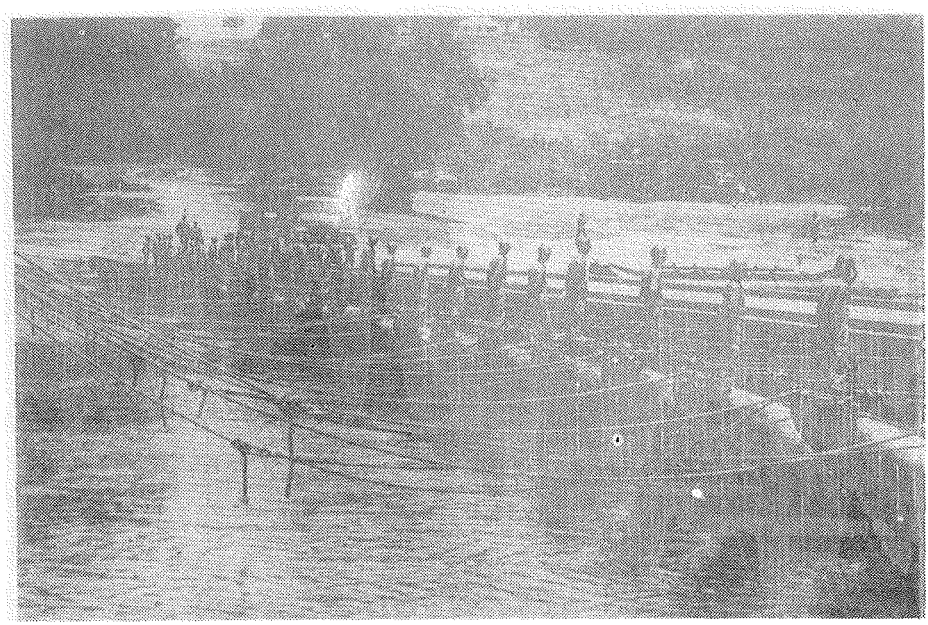


Figura 2-20. Sistema de ancoragem por cabos-guia múltiplos à montante e jusante



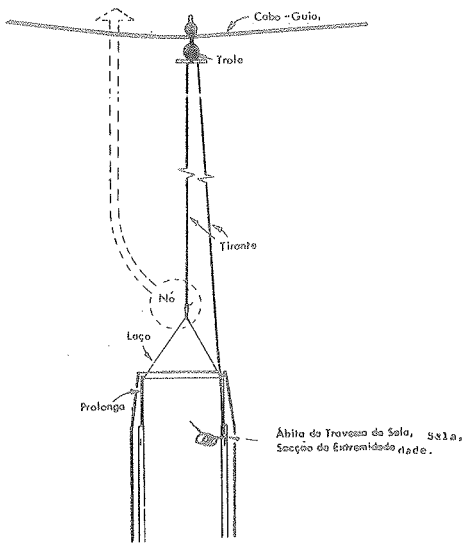


Figura 2-21. Esquema detalhado da conexão de um suporte flutuante ao cabo-guia por meio de Tirante.

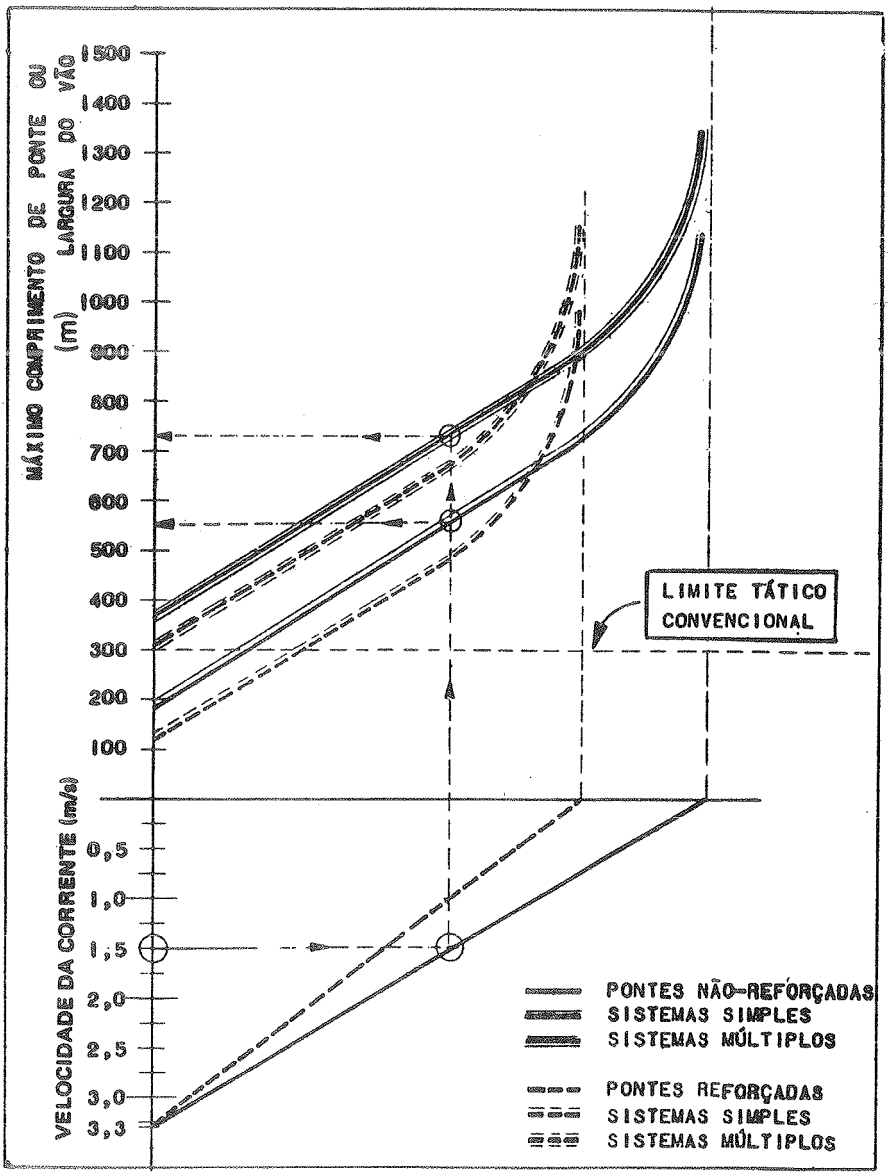


Figura 2-22. Gráfico Representativo das Faixas de Atuação, seguras, dos Sistemas de Ancoragem previstos, em termos de VELOCIDADE DE CORRENTE X TIPO DE PONTE = MÁXIMO COMPRIMENTO DE PONTE ADMISSÍVEL

TABELA 2-1. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS DE AÇO (CLASSIFICAÇÃO 6 x 19, ALMA DE FIBRA) RECOMENDADOS PARA UTILIZAÇÃO COMO CABOS GUIA.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf) – CATEGORIA DO AÇO –		
(pol)	(mm)	(kg/m)	MPS	PS	IPS
3/8	9,53	0,351	4.190	4.820	5.530
1/2	12,70	0,625	7.370	8.480	9.710
5/8	**15,88**	**0,982**	11.400	13.100	**15.100**
3/4	**19,05**	**1,413**	16.300	18.800	**21.600**
7/8	22,23	1,919	22.000	25.400	29.200
1	25,40	2,500	28.700	33.000	37.900
1 1/8	28,58	3,169	36.100	41.400	47.700
1 1/4	31,75	3,913	44.300	51.000	58.600
1 3/8	34,93	4,732	53.300	61.200	70.500
1 1/2	38,10	5,625	63.100	72.600	83.500

OBSERVAÇÕES:

– OS CABOS EM NEGRITO, NA TABELA, SÃO OS QUE EFETIVAMENTE ACOMPANHAM A EQUIPAGEM M4T6.

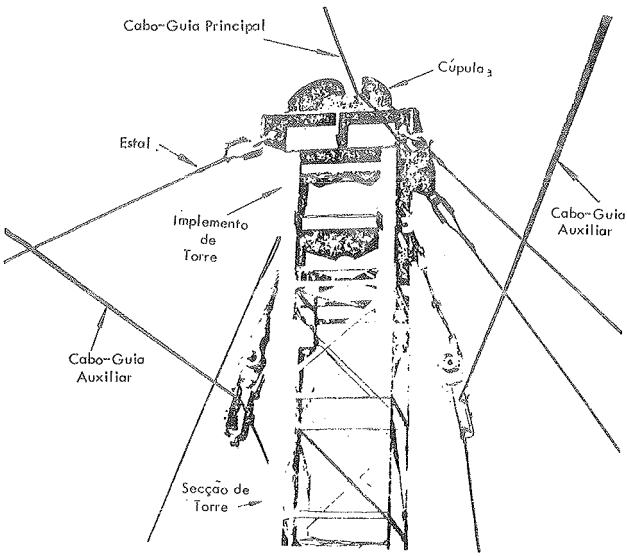


Figura 2-23. Aspecto de uma Torre de Ancoragem provida de Implemento de Torre e suportando três Cabos-Guia.

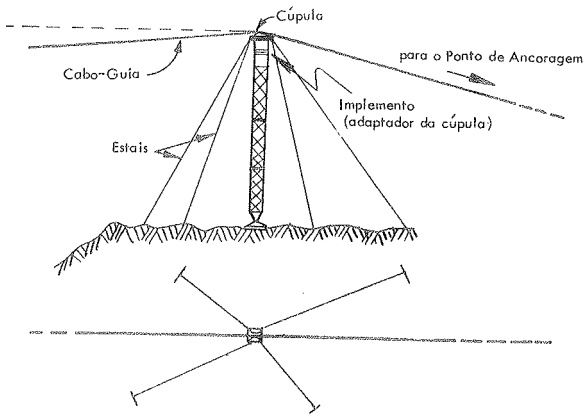
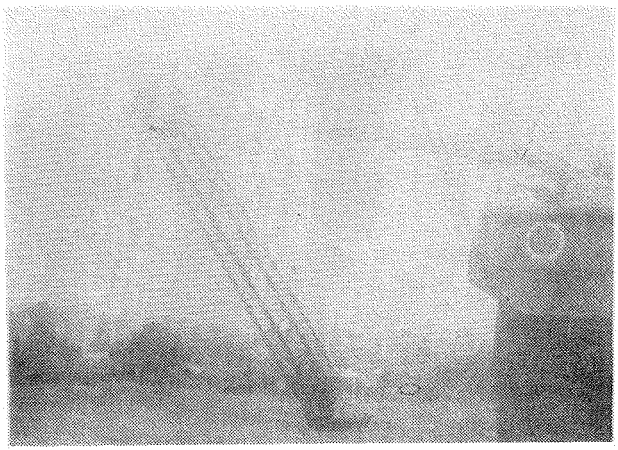


Figura 2-24. Aspecto Geral de uma Torre de Ancoragem e seus estais. Observe-se o implemento adaptado, e ociosamente utilizado.



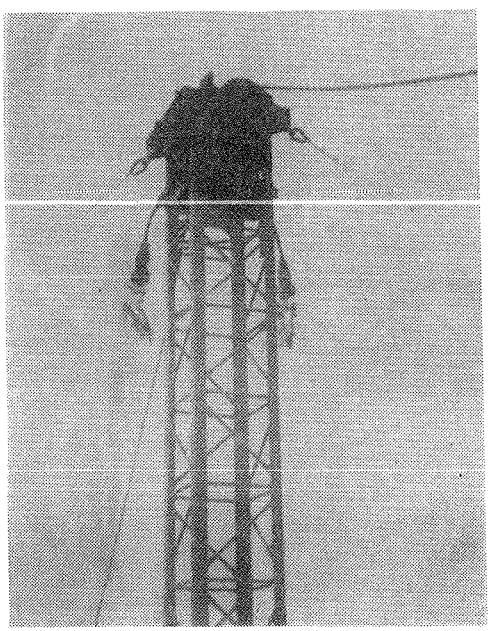


*Figura 2-25. Torre de Ancoragem com o implemento utilizado apenas para regular sua altura ou prevendo uma futura instalação de cabos auxiliares.

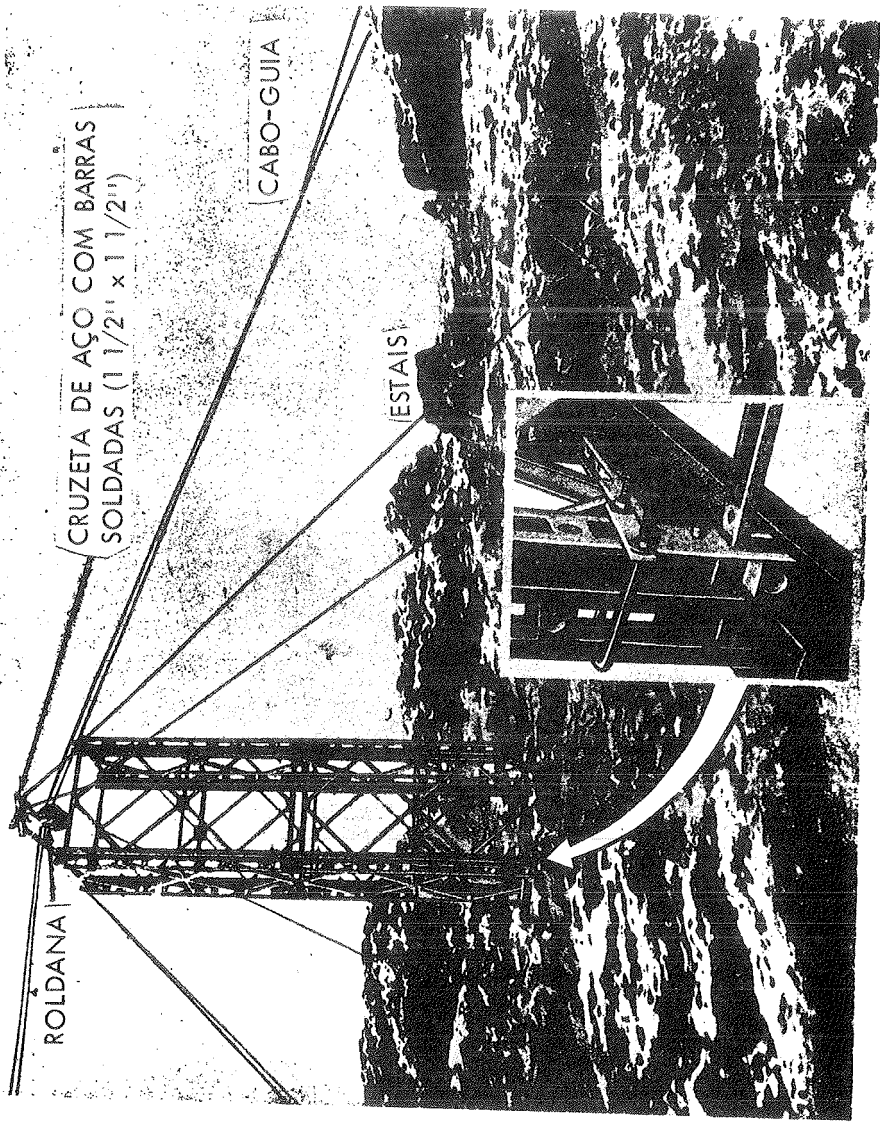


Figura 2-26. Torre de Ancoragem Expedita, construída com painéis de Equipagem Bailey. Observe-se os detalhes da conexão dos painéis e da cúpula expedita (vide texto).

(4) Sistemas de ancoragem expeditos — Os sistemas de ancoragem expeditos valem-se, principalmente, de facilidades oferecidas pelo local da ponte.

(a) Algumas vezes as pontes parcialmente demolidas são utilizáveis como ancoragem, exceto as superestruturas leves de vãos pequenos, com partes emersas, pois repentinas enchentes podem derrubá-las e destruir o sistema de ancoragem, justamente na ocasião em que ele for mais necessário. A ponte flutuante deve estar situada a uma distância razoável da ponte parcialmente demolida, para evitar que seus suportes fiquem dentro do campo de atuação das correntes perturbadas por ação dos pilares à montante. Os tirantes devem ser instalados tão alto quanto possível para permitirem uma elevação do nível da água sem conseqüências desagradáveis.

(b) Árvores de grande porte podem ser utilizadas para apoio e amarração de cabos-guia ou dos cabos direcionais.

(c) Sistemas de ancoragem combinados — São sistemas formados pela combinação de quaisquer tipos de sistemas de ancoragem já apresentados.

2-3. PLANEJAMENTO

O presente parágrafo apresenta as atividades de planejamento dos sistemas de ancoragem, realizadas à retaguarda, supondo escolhidos a ponte e seu sistema de ancoragem. Como o número de suportes flutuantes das pontes é a variável básica de algumas etapas do planejamento dos sistemas de ancoragem, as tabelas 2-3 a 2-7 fornecem a conversão imediata dos comprimentos de pontes para o respectivo número de suportes flutuantes.

a. Sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais

ATENÇÃO

Os dados técnicos que interessam ao planejamento do sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais são levantados pelas turmas de reconhecimento e resumem-se nos seguintes:

— comprimento ou número de suportes flutuantes da ponte.
— tipo de solo das margens.
— altura das margens.
— nível do lençol freático.

(1) Dimensionamento

(a) Determinação dos comprimentos dos cabos de amarração — Os cabos de amarração são dimensionados uma só vez e sempre usados nas montagens posteriores. Um comprimento de 15 a 20 m pode atender a quaisquer situações práticas, quando não houver grupos de cavaletes nas partes de margem.

(b) Determinação dos suportes flutuantes nos quais serão fixados cabos de ancoragem direcionais — Pela tabela 2-2 determina-se primeiramente o tipo de conexão a adotar. Com esse dado, e tendo determinado o número de suportes flutuantes da ponte, obtém-se, pela tabela 2-8, os números de ordem dos suportes flutuantes, aos quais devem ser conectados os cabos de ancoragem direcionais. Por exemplo: tem-se uma ponte com trinta suportes flutuantes e se deseja ancorar com um sistema de cabos de ancoragem direcionais à montante: a conexão será do "tipo 6 x 6" e os cabos deverão ser conectados aos sextos (6º), décimos-segundos (12º.) e décimos-quartos (14º.) suportes flutuantes, contados de cada margem.

TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONEXÃO A ADOTAR	
	À MONTANTE	À JUSANTE
Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais à montante.	6 x 6	Não é o caso
Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais à montante e jusante	6 x 6	10 x 10
Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais reforcados	6 x 6	6 x 6

Tabela 2-2. Procedimento na ancoragem das pontes com sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais.

(c) Determinação dos comprimentos dos cabos de ancoragem direcionais e locação dos seus pontos de ancoragem — Estes dados são fornecidos pelas tabelas 2-10 a 2-14. Os pontos de ancoragem, quando construídos, devem estar localizados perpendicularmente ao cabo que devem ancorar.

TABELA 2-3. CONVERSÃO DOS COMPRIMENTOS DAS PONTES NORMAIS (COM FLUT. INTEIRO E MEIO FLUT.) PARA RESPECTIVAS QUANTIDADES DE SUPORTES FLUTUANTES (INTEIRO OU MEIOS FLUTUADORES RESPECTIVAMENTE)

$$CP\ MAX = 38{,}61 + 4{,}57.\ (\bar{N} - 1)$$

onde $\bar{N}$ é o nº de suportes flutuantes da parte flutuante

$$CP\ MIN = CP\ MAX - 12{,}49$$

CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU
34.04	21.54	6	98.04	85.55	20	162.05	149.56	34
38.61	26.11	7	102.62	90.12	21	166.62	154.13	35
43.18	30.68	8	107.19	94.69	22	171.20	158.70	36
47.75	35.26	9	111.76	99.26	23	175.77	163.27	37
52.32	39.83	10	116.33	103.84	24	180.34	167.84	38
56.90	44.40	11	120.90	108.41	25	184.91	172.42	39
61.47	48.97	12	125.48	112.98	26	189.48	176.99	40
66.04	53.54	13	130.05	117.55	27	194.06	181.56	41
70.61	58.12	14	134.62	122.12	28	198.63	186.13	42
75.18	62.69	15	139.19	126.70	29	203.20	190.70	43
79.76	67.26	16	143.76	131.27	30	207.77	195.28	44
84.33	71.83	17	148.34	135.84	31	**212.34**	**199.85**	45
88.90	76.40	18	152.91	140.41	32	216.92	204.42	46
93.47	80.98	19	157.48	144.98	33	221.49	208.99	47

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
- OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS..

TABELA 2-4. CONVERSÃO DOS COMPRIMENTOS DE PONTES SEMI-REDUZIDAS PARA RESPECTIVAS QUANTIDADES DE SUPORTES FLUTUANTES.

CP MAX = 52,32 + 9,14. ($\bar{N}$ – 1) — Pontes com lances de fechamento diferentes dos demais

CP MAX = 56,90 + 9,14. ($\bar{N}$ – 1) — Pontes com todos lances iguais

CP MIN = CP MAX – 17,58

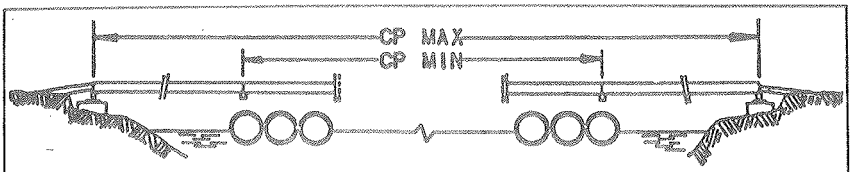
Onde o $\bar{N}$ é o número de suportes flutuantes da parte flutuante

CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU
43.18	25.60	6	125.48	107.90	15	207.77	190.20	24
47.75	30.18		130.05	112.47		212.34	194.77	
52.32	34.75	7	134.62	117.04	16	216.92	199.34	25
56.90	39.32		139.19	121.62		221.49	203.91	
61.47	43.89	8	143.76	126.19	17	226.06	208.48	26
66.04	48.46		148.34	130.76		230.63	213.06	
70.61	53.04	9	152.91	135.33	18	235.20	217.63	27
75.18	57.61		157.48	139.90		239.78	222.20	
79.76	62.18	10	162.05	144.48	19	244.35	226.77	28
84.33	66.75		166.62	149.05		248.92	231.34	
88.90	71.32	11	171.20	153.62	20	253.49	235.92	29
93.47	75.90		175.77	158.19		258.06	240.49	
98.04	80.47	12	180.34	162.76	21	262.64	245.06	30
102.62	85.04		184.91	167.34		267.21	249.63	
107.19	89.61	13	189.48	171.91	22	271.78	254.20	31
111.76	94.18		194.06	176.48		276.35	258.78	
116.33	98.76	14	198.63	181.05	23	280.92	263.35	32
120.90	103.33		203.20	185.62		285.50	267.92	

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
- OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.

TABELA 2-5. CONVERSÃO DOS COMPRIMENTOS DE PONTES REDUZIDAS PARA RESPECTIVAS QUANTIDADES DE SUPORTES FLUTUANTES.



CP MAX = 66,06 + 13,72. ($\bar{N}$ – 1)
CP MAX = 70,63 + 13,72. ($\bar{N}$ – 1)
{ Pontes com lances de fechamento diferentes dos demais

CP MAX = 75,20 + 13,72. ($\bar{N}$ – 1)
{ Pontes com todos lances iguais

CP MIN = CP MAX – 17,58

Onde $\bar{N}$ é o número de suportes flutuantes da parte flutuante

CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU
52.34	34.77		134.64	117.06		216.94	199.36	
56.92	39.34	6	139.21	121.64	12	221.51	203.93	18
61.49	43.91		143.78	126.21		226.08	208.50	
66.06	48.48		148.36	130.78		230.65	213.08	
70.63	53.06	7	152.93	135.35	13	235.22	217.65	19
75.20	57.63		157.50	139.92		239.80	222.22	
79.78	62.20		162.07	144.50		244.37	226.79	
84.35	66.77	8	166.64	149.07	14	248.94	231.36	20
88.92	71.34		171.22	153.64		253.51	235.94	
93.49	75.92		175.79	158.21		258.08	240.51	
98.06	80.49	9	180.36	162.78	15	262.66	245.08	21
102.64	85.06		184.93	167.36		267.23	249.65	
107.21	89.63		189.50	171.93		271.80	254.22	
111.78	94.20	10	194.08	176.50	16	276.37	258.80	22
116.35	98.78		198.65	181.07		280.94	263.37	
120.92	103.35		203.22	185.64		285.52	267.94	
125.50	107.92	11	207.79	190.22	17	290.09	272.51	23
130.07	112.49		212.36	194.79		294.66	277.08	

OBSERVAÇÕES:

– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS.
– OS VALORES DESSA TABELA FORAM CALCULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.
– OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.

TABELA 2-8. CONVERSÃO DOS COMPRIMENTOS DE PONTES SUPER-REDUZIDAS PARA RESPECTIVAS QUANTIDADES DE SUPORTES FLUTUANTES

CP MAX = 79,76 + 18,29. (N̄ – 1)
CP MAX = 84,33 + 18,29. (N̄ – 1)
CP MAX = 88,90 + 18,29. (N̄ – 1)
} Pontes com lances de fechamento diferente dos demais

CP MAX = 93,47 + 18,29. (N̄ – 1) } Pontes com todos lances iguais

CP MIN = CP MAX – 17,58

Onde o N̄ é o número de suportes flutuantes de parte flutuante

CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	NÚMERO DE SUP FLU	CP MAX	CP MIN	SUP FLU
61.47	43.89		134.62	117.04		207.77	190.20	
66.04	48.46		139.19	121.62		212.34	194.77	
70.61	53.04	6	143.76	126.19	10	216.92	199.34	14
75.18	57.61		148.34	130.76		221.49	203.91	
79.76	62.18		152.91	135.33		226.06	208.48	
84.33	66.75		157.48	139.90		230.63	213.06	
88.90	71.32	7	162.05	144.48	11	235.20	217.63	15
93.47	75.90		166.62	149.05		239.78	222.20	
98.04	80.47		171.20	153.62		244.35	226.77	
102.62	85.04		175.77	158.19		248.92	231.34	
107.19	89.61	8	180.34	162.76	12	253.49	235.92	16
111.76	94.18		184.91	167.34		258.06	240.49	
116.33	98.76		189.48	171.91		262.64	245.06	
120.90	103.33		194.06	176.48		267.21	249.63	
125.48	107.90	9	198.63	181.05	13	271.78	254.20	17
130.05	112.47		203.20	185.62		276.35	258.78	

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 6 EQUIPAGENS.
- OS VALORES DESSA TABELA FORAM CACULADOS PELO COMPUTADOR BURROUGHS B 6700 DO CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE SO SUL.
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.

TABELA 2-7. CONVERSÃO DOS COMPRIMENTOS DE PONTES REFORÇADAS PARA RESPECTIVAS QUANTIDADES DE SUPORTES FLUTUANTES

CP MAX = 38,61 + 9,14. (N* – 1)

CP MIN = CP MAX – 11,78

onde N* é o nº. de grupos de 3 suportes flutuantes da parte flutuante

CP MAX.	CP MIN.	NUM. FLUT.
29,46	17,68	6
38,61	26,82	9
47,75	35,97	12
56,90	45,11	15
66,04	54,25	18
75,18	63,40	21
84,33	72,54	24
93,47	81,69	27
102,62	90,83	30

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ASSINALADOS EM NEGRITO SÃO OS MÁXIMOS POSSÍVEIS DE SEREM MONTADOS COM 5 EQUIPAGENS
- OS COMPRIMENTOS DE PONTE ESTÃO EXPRESSOS EM METROS.

TABELA 2-8. CONEXÕES TIPO 6 X 6 E 10 X 10 PARA CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS

NÚMERO DE SUPORTES FLUTUANTES DA PONTE – N –	NÚMERO DE ORDEM DOS SUPORTES FLUTUANTES AOS QUAIS DEVEM SER CONECTADOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS	
	MARGEM → EIXO TRANSVERSAL DE SIMETRIA (ETS)	
	CONEXÃO TIPO 6 X 6	CONEXÃO TIPO 10 X 10
6	2	–
7	3	2
8	3	2
9	4	3
10	4	3
11	5	4
12	5	4
13	6	5
14	6	5
15	6, 7	6
16	6, 7	6
17	6, 8	7
18	6, 8	7
19	6, 9	8
20	6, 9	8
21	6, 10	9
22	6, 10	9
23	6, 11	10
24	6, 11	10
25	6, 12	10, 11
26	6, 12	10, 11
27	6, 12, 13	10, 12
28	6, 12, 13	10, 12
29	6, 12, 14	10, 13
30	6, 12, 14	10, 13
31	6, 12, 15	10, 14
32	6, 12, 15	10, 14
33	6, 12, 16	10, 15
34	6, 12, 16	10, 15
35	6, 12, 17	10, 16
36	6, 12, 17	10, 16
37	6, 12, 18	10, 17
38	6, 12, 18	10, 17
39	6, 12, 18, 19	10, 18
40	6, 12, 18, 19	10, 18
41	6, 12, 18, 20	10, 19
42	6, 12, 18, 20	10, 19
43	6, 12, 18, 21	10, 20
44	6, 12, 18, 21	10, 20
45	6, 12, 18, 22	10, 20, 21

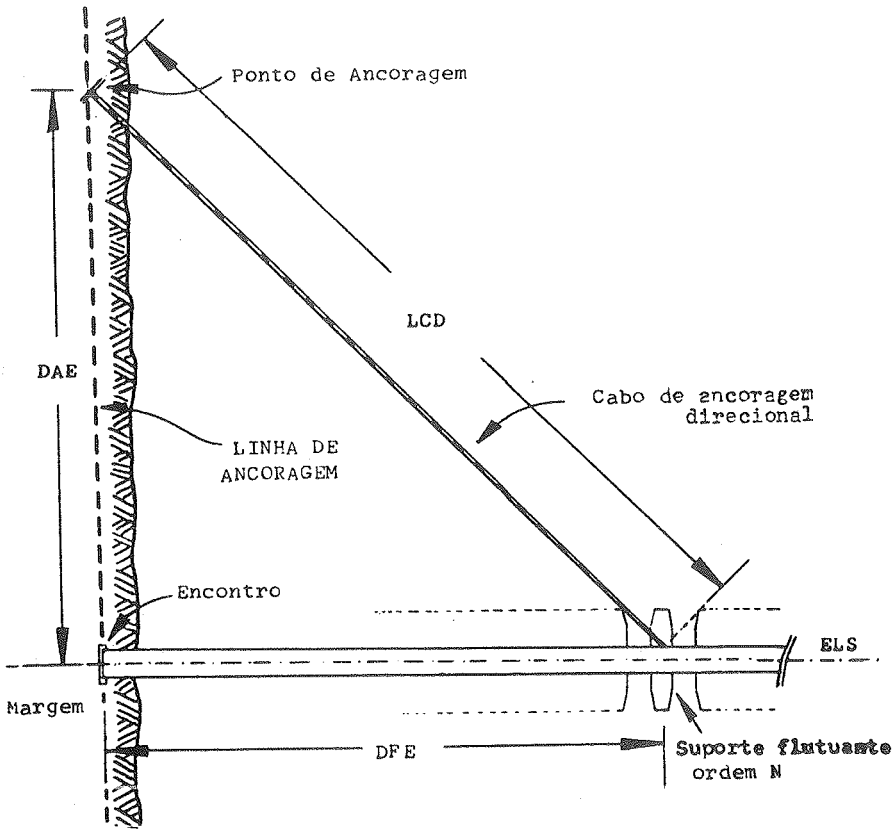


Figura 2-27 Locação genérica das variáveis que influenciam no cálculo dos sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais (seu valores encontram-se tabelados nas Tabelas a)

N : Número de ordem do suporte flutuante, contado desde a margem da qual provém o cabo de ancoragem direcional que o ancora.

No caso de Pontes Não-Reforçadas: Normais (de flutuadores inteiros e meios flutuadores), Semi-Reduzidas, Reduzidas e Super-Reduzidas.

$$DFE = X + Y.(N - 3)$$

Onde X e Y são os parâmetros de espaçamento, definidos e constantes para cada uma das pontes não-reforçadas. Os seus valores constam na Tabela 2-9. A fórmula é válida para valores de N iguais a 3, 4, 5, 6, . .

No caso de Pontes Reforçadas:

Neste caso, N deverá ser interpretado preliminarmente como sendo o número de ordem do suporte flutuante central do grupo de 3 suportes (característico das Pontes Reforçadas), contado desde a margem mais próxima.
Esse suporte flutuante central nem sempre receberá cabos de ancoragem direcionais para ancorá-lo, podendo um (ou os dois) de seus colaterais serem os indicados pela Tabela.
O valor de DFE para o referido suporte flutuante central do grupo é dado pela fórmula:

$$DFE = X + Y.(N - 4)$$

Onde X e Y são os já mencionados parâmetros de espaçamento, particularmente intrínsecos da estrutura das pontes reforçadas e também constantes na Tabela 2-9. A fórmula acima é válida para valores de N iguais a 5, 8, 11, 14, . . .

Então, os valores de DFE para os suportes flutuantes colaterais ao referido suporte central podem ser determinados pelas expressões:

$$DFE_{(N-1)} = DFE - 2{,}896$$ (para o suporte flutuante colateral mais próximo da margem)

$$DFE_{(N+1)} = DFE + 2{,}896$$ (para o suporte flutuante colateral mais afastado da margem).

O mais conveniente porém, é utilizar a Tabela que apresenta diretamente o DFE em função do número de ordem de qualquer suporte flutuante da ponte.
Para qualquer ponte, calculado o valor de DFE, os valores de DAE e LCD podem ser calculados através das expressões:

$$DAE = DFE - 2{,}5$$

$$LCD = 1.103.(DFE.\ 2)$$

TABELA 2-9. VALORES DOS PARÂMETROS DE ESPAÇAMENTO

TIPO DE PONTE	X	Y
NORMAIS (*)	14,732	4,572
SEMI-REDUZIDA	19,304	8,144
REDUZIDA	23,876	13,716
SUPER-REDUZIDA	28,448	18,288
REFORÇADA	10,160	9,144

OBSERVAÇÕES

(*) De flutuador inteiro e meio flutuador.

TABELA 2 10. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS E LOCAÇÃO DE SEUS PONTOS DE ANCORAGEM (PONTES NORMAIS).

N	DFE	DAE	LCD
2	10.52	13.0	16.4
3	14.73	17.2	23.0
4	19.30	21.8	30.1
5	23.88	26.4	37.2
6	28.45	30.9	44.4
7	33.02	35.5	51.5
8	37.59	40.1	58.6
9	42.16	44.7	65.8
10	46.74	49.2	72.9
11	51.31	53.8	80.0
12	55.88	58.4	87.2
13	60.45	63.0	94.3
14	65.02	67.5	101.4
15	69.60	72.1	108.6
16	74.17	76.7	115.7
17	78.74	81.2	122.8
18	83.31	85.8	130.0
19	87.88	90.4	137.1
20	92.46	95.0	144.2
21	97.03	99.5	151.4
22	101.60	104.1	158.5

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- AS VARIÁVEIS ENCONTRAM-SE GENERICAMENTE LOCADAS NA FIGURA 2-27.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA LANCES DE FECHAMENTO IGUAIS AOS DEMAIS LANCES DA PONTE
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-11. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS E LOCAÇÃO DE SEUS PONTOS DE ANCORAGEM (PONTES SEMI-REDUZIDAS).

N	DFE	DAE	LCD
2	14.73	17.2	23.0
3	19.30	21.8	30.1
4	28.45	30.9	44.4
5	37.59	40.1	58.6
6	46.74	49.2	72.9
7	55.88	58.4	87.2
8	65.02	67.5	101.4
9	74.17	76.7	115.7
10	83.31	85.8	130.0
11	92.46	95.0	144.2
12	101.60	104.1	158.5
13	110.74	113.2	172.8
14	119.89	122.4	187.0
15	129.03	131.5	201.3

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- AS VARIÁVEIS ENCONTRAM-SE GENERICAMENTE LOCADAS NA FIGURA 2-27.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA LANCES DE FECHAMENTO IGUAIS AOS DEMAIS LANCES DA PONTE.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-12. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS E LOCAÇÃO DE SEUS PONTOS DE ANCORAGEM (PONTES REDUZIDAS).

N	DFE	DAE	LCD
2	14.73	17.2	23.0
3	23.87	26.4	37.2
4	37.59	40.1	58.6
5	51.31	53.8	80.0
6	65.02	67.5	101.4
7	78.74	81.2	122.8
8	92.46	95.0	144.2
9	106.17	108.7	165.6
10	119.89	122.4	187.0

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- AS VARIÁVEIS ENCONTRAM-SE GENERICAMENTE LOCADAS NA FIGURA 2-27.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA LANCES DE FECHAMENTO IGUAIS AOS DEMAIS LANCES DA PONTE.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-13. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS E LOCAÇÃO DE SEUS PONTOS DE ANCORAGEM (PONTES SUPER-REDUZIDAS).

N	DFE	DAE	LCD
2	19.30	21.8	30.1
3	28.45	31.0	44.4
4	46.74	49.2	72.9
5	65.02	67.5	101.4
6	83.31	85.8	130.0
7	101.60	104.1	158.5
8	119.89	122.4	187.0

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- AS VARIÁVEIS ENCONTRAM-SE GENERICAMENTE LOCADAS NA FIGURA 2-27.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA LANCES DE FECHAMENTO IGUAIS AOS DEMAIS LANCES DA PONTE.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-14. COMPRIMENTOS DOS CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS E LOCAÇÃO DE SEUS PONTOS DE ANCORAGEM (PONTES REFORÇADAS).

N	DFE	DAE	LCD
2	10.16	12.7	15.8
3	13.05	15.6	20.4
4	16.41	18.9	25.6
5	19.30	21.8	30.1
6	22.20	24.7	34.6
7	25.55	28.1	39.9
8	28.45	30.9	44.4
9	31.34	33.8	48.9
10	34.70	37.2	54.1
11	37.59	40.1	58.6
12	40.49	43.0	63.2
13	43.84	46.3	68.4
14	46.74	49.2	72.9
15	49.63	52.1	77.4

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- AS VARIÁVEIS ENCONTRAM-SE GENERICAMENTE LOCADAS NA FIGURA 2-27.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA LANCES DE FECHAMENTO IGUAIS AOS DEMAIS LANCES DA PONTE.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-15. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS.

MATERIAIS
CABO DE MANILHA, CABO DE AÇO, SAPATILHA, CLIPS, ESTACA METÁLICA, CORRENTE DE ANCORAGEM, MORDENTE, PRANCHÃO DE MADEIRA, TORO DE MADEIRA, BARRA DE AÇO, PERFIL DE AÇO.
EQUIPAMENTOS
MARTELO DE BOLA, CORTADOR DE CABO DE AÇO, ESCAVADEIRA, BALIZA, TRENA, MARRETA, SALVA-VIDAS, BOTE, EMBARCAÇÃO DE MANOBRA, MOTOR DE POPA, CARRETILHA PARA CABO.

(d) Dimensionamento dos pontos de ancoragem dos cabos direcionais — Os pontos de ancoragem deverão resistir a uma carga pelo menos igual à força de ruptura do cabo a que estiverem ancorando. Para o dimensionamento, ver capítulo 5.

(e) Determinação do número de suportes para cada cabo de ancoragem direcional — Para um determinado cabo de ancoragem direcional, deve ser previsto um suporte para cada 60 metros de cabo, no caso de margens de altura inferior a 3 m; em alturas superiores a 3 m deve ser previsto um suporte para cada 90 metros de cabo.

(2) Material e equipamento

(a) Determinação do consumo total de cabos direcionais — A quantidade de cabos de aço consumida pelos sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais é obtida pelo somatório dos comprimentos individuais de cada cabo de ancoragem direcional já determinado e que seja empregado nos referidos sistemas. A previsão para os demais materiais e equipamentos é dada pela tabela 2-15.

(3) Pessoal — Basicamente, deverão ser formados 2 destacamentos de trabalho:

(a) Destacamento de construção e instalação de pontos de ancoragem: constituído por diversas pequenas equipes, cada uma delas encarregada de um ponto de ancoragem.

(b) Destacamento de lançamento e fixação dos cabos de ancoragem direcionais: instala os cabos aos demais suportes flutuantes que vão sendo incorporados à ponte, durante sua montagem.

2-4. SISTEMAS DE ANCORAGEM POR ÂNCORAS

ATENÇÃO

O dado técnico que interessa ao planejamento dos sistemas de ancoragem por âncoras:

— comprimento ou número de suportes flutuantes da ponte.

a. Dimensionamento

(1) Determinação do número de cabos de âncora e âncoras a serem utilizados — O número de cabos de âncora e âncoras a serem utilizados é fornecido pela tabela 2-16.

(2) Determinação dos comprimentos dos cabos de âncora — Teoricamente devem ser cortados para comprimentos mínimos iguais a 10 vezes a profundidade do curso de água. Em termos práticos, cabos de 60 metros de comprimento são suficientes para situações comuns.

TABELA 2-16. NÚMERO DE CABO (S) DE ÂNCORA E ÂNCORAS A SEREM UTILIZADOS.

Nº DE SUPORTES FLUTUANTES DA PONTE (N)	Nº DE CABO (S) DE ÂNCORA E ÂNCORAS	
	A MONTANTE	A JUSANTE
6	6	2
7	7	2
8	8	2
9	9	3
10	10	4
11	11	4
12	12	4
13	13	5
14	14	6
15	15	6
16	16	6
17	17	7
18	18	8
19	19	8
20	20	8
21	21	9
22	22	10
23	23	10
24	24	10
25	25	11
26	26	12
27	27	12
28	28	12
29	29	13
30	30	14
31	31	14
32	32	14
33	33	15
34	34	16
35	35	16
36	36	16
37	37	17
38	38	18
39	39	18
40	40	18
41	41	19
42	42	20
43	43	20
44	44	20
45	45	21

TABELA 2-17. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA SISTEMAS DE ANCORAGEM POR ÂNCORAS.

MATERIAIS
ESTACA METÁLICA, CABO DE MANILHA, LAÇO, CORRENTE DE ANCORAGEM, PAINEL DE ÂNCORA BAILEY COM UNHAS DE AÇO, ÂNCORA DA EQUIPAGEM M4T6 OU SIMILAR
EQUIPAMENTOS
CROQUE, SALVA-VIDAS, BOTE, EMBARCAÇÃO DE MANOBRA, MOTOR DE POPA.

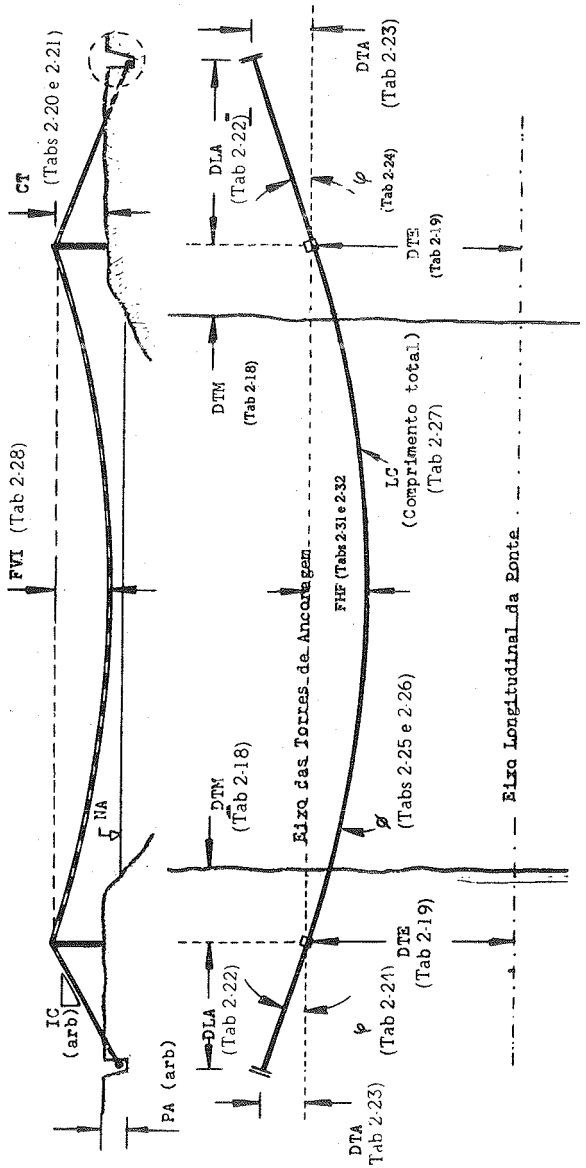


Figura 2-28. Esquema Geral de um Sistema de Ancoragem por Cabo(s)-Guia Simples mostrando os parâmetros que deverão ser calculados ou arbitrados no decorrer do PLANEJAMENTO.
Obs.: Deverão ser calculados ainda a quantidade e o comprimento dos tirantes.

(3) Material e equipamento — A tabela 2-17 fornece uma previsão de material e equipamento para estes sistemas de ancoragem.

2-5. SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABO(S)-GUIA

O procedimento para o planejamento dos sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia é análogo para os dois tipos previstos, em virtude das semelhanças dominantes. A diferença reside nos detalhes de montagem, sobre os quais são tecidas algumas considerações nos momentos oportunos do desenvolvimento do texto.

ATENÇÃO

Os dados técnicos que interessam ao planejamento dos sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia são levantados pelas turmas de reconhecimento e resumem-se nos seguintes:

- largura do vão
- comprimento de ponte ou número de suportes flutuantes da ponte
- altura das margens
- velocidade da corrente
- nível do lençol freático
- tipo de solo das margens

a. Dimensionamento

(1) Determinação das coordenadas das torres de ancoragem — Para atingir um desempenho estrutural adequado, as torres de ancoragem devem situar-se em determinados pontos, referenciados ao eixo longitudinal da ponte. Os valores das coordenadas destes pontos são dados pelas tabelas 2-18 e 2-19.

(2) Determinação do comprimento de cada torre de ancoragem — No caso de sistemas com apenas um par de torres de ancoragem, o comprimento teoricamente necessário (mínimo) de cada uma delas é dado pela tabela 2-20. Determinados os comprimentos teóricos, podem ser escolhidos os comprimentos práticos de cada torre por meio da tabela 2-21. (Adotar o próximo valor superior prático).

(3) Determinação das coordenadas de cada ponto de ancoragem e de suas deflexões angulares — Estando determinadas as coordenadas

das torres de ancoragem, as coordenadas dos pontos de ancoragem podem agora ser determinadas pelas tabelas 2-22 e 2-23. As rotações dos pontos de ancoragem são dadas pela tabela 2-24.

(4) Determinação do diâmetro mínimo do(s) cabo(s)-guia e de seu comprimento necessário — O diâmetro do(s) cabo(s)-guia a ser utilizado é fornecido pelas tabelas 2-25 e 2-26. O comprimento necessário é dado pela tabela 2-27.

(5) Dimensionamento de cada ponto de ancoragem — Os pontos de ancoragem do(s) cabo(s)-guia deverão resistir a uma carga não inferior à carga de ruptura do cabo que ancoram. No capítulo 5, o seu dimensionamento é abordado em detalhes.

(6) Determinação da flecha vertical inicial (para locação) — A flecha vertical inicial com a qual deverá ser regulada o(s) cabo(s)-guia antes de posto em carga é dada pela tabela 2-28.

(7) Determinação da quantidade e do comprimento dos tirantes — A quantidade de tirantes necessária é dada pela tabela 2-29, enquanto que os seus comprimentos são fornecidos pela tabela 2-30.

(8) Determinação da flecha horizontal final (para verificação) — O valor da flecha horizontal final, para fins de verificação final é dado pelas tabelas 2-31 e 2-32.

b. Material e equipamento

A tabela 2-33 fornece a previsão do material e do equipamento para estes sistemas de ancoragem.

c. Pessoal

Os destacamentos e efetivos para a construção destes sistemas de ancoragem, encontram-se nas tabelas 2-34 e 2-35.

(1) As tarefas do destacamento de 1a. margem, são as relacionadas a seguir:

(a) Instalar os cabos de amarração na parte de margem.

(b) Locar e montar a torre de ancoragem (também os estais).

(c) Locar e construir o ponto de ancoragem.

(d) Transportar uma extremidade do cabo-guia até a 2a. margem.

(e) Fixar os tirantes necessários a meio vão, no cabo-guia junto à torre.

(f) Erguer a torre e ancorar a extremidade do cabo-guia.

(g) Regular o cabo com a flecha inicial.

(h) Espalhar os tirantes.

(i) Ligar (sem tesar) os tirantes aos laços e as ábitas dos suportes flutuantes.

(j) Inspecionar visualmente todos os acessórios, clips, cabos e torre, antes de colocar o sistema em carga.

(l) Tesar os tirantes.

(2) As tarefas do destacamento de 2a. margem são as relacionadas a seguir:

(a) Instalar os cabos de amarração na parte de margem.

(b) Locar e montar a torre de ancoragem (também os estais).

(c) Locar e construir o ponto de ancoragem do cabo-guia.

(d) Ancorar o cabo-guia após recebê-lo da turma da 1a. margem.

(e) Fixar os tirantes necessários a meio vão, no cabo-guia junto à torre.

(f) Erguer a torre.

(g) Espalhar os tirantes.

(h) Ligar (sem tesar) os tirantes aos laços e às ábitas dos suportes flutuantes.

(i) Inspecionar visualmente, todos os acessórios, clips, cabos e torre.

(j) Tesar os tirantes.

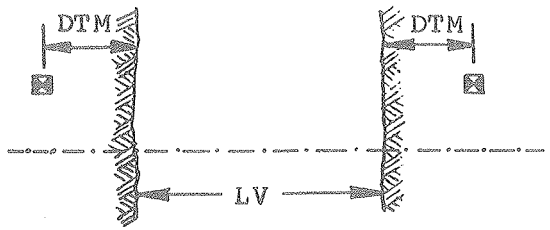
2-6. SISTEMAS DE ANCORAGEM EXPEDITOS

Quanto ao planejamento de um sistema de ancoragem expedito, não é possível estabelecer normas de procedimento relativamente rígidas. É conveniente ressaltar que, no que diz respeito ao reconhecimento do local, deve ser observada a presença de elementos que poderiam ser aproveitados num sistema expedito.

2-7. SISTEMAS DE ANCORAGEM COMBINADOS

Para o planejamento dos sistemas de ancoragem combinados são válidos todos os princípios e normas apresentados para os sistemas anteriores e que dele façam parte. Nada mais é do que a fusão dos diferentes planejamentos específicos já abordados.

TABELA 2-18. DISTÂNCIAS DAS TORRES DE ANCORAGEM ÀS MARGENS



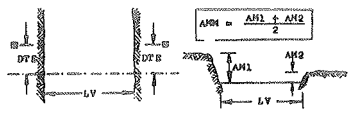
DMT = 0,05.LV + 15,24

LV	DTM	LV	DTM	LV	DTM
20	16.2	115	21.0	210	25.7
25	16.5	120	21.2	215	26.0
30	16.7	125	21.5	220	26.2
35	17.0	130	21.7	225	26.5
40	17.2	135	22.0	230	26.7
45	17.5	140	22.2	235	27.0
50	17.7	145	22.5	240	27.2
55	18.0	150	22.7	245	27.5
60	18.2	155	23.0	250	27.7
65	18.5	160	23.2	255	28.0
70	18.7	165	23.5	260	28.2
75	19.0	170	23.7	265	28.5
80	19.2	175	24.0	270	28.7
85	19.5	180	24.2	275	29.0
90	19.7	185	24.5	280	29.2
95	20.0	190	24.7	285	29.5
100	20.2	195	25.0	290	29.7
105	20.5	200	25.2	295	30.0
110	20.7	205	25.5	300	30.2

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TRADUZEM-SE EM METROS.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-19. DISTÂNCIAS DAS TORRES DE ANCORAGEM AO EIXO LONGITUDINAL DA PONTE



Para AMM ≤ 4,5 m

DTE = 0,022.LV + 16,76 – AMM

Para AMM > 4,5 m

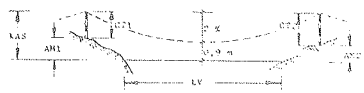
DTE = 0,022.LV + 12,19

LV	DTE													
	AMM													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
20	16.7	16.2	15.7	15.2	14.7	14.2	13.7	13.2	12.7	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6
25	16.8	16.3	15.8	15.3	14.8	14.3	13.8	13.3	12.8	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
30	16.9	16.4	15.9	15.4	14.9	14.4	13.9	13.4	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
35	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0	13.5	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
40	17.1	16.6	16.1	15.6	15.1	14.6	14.1	13.6	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
45	17.3	16.8	16.3	15.8	15.3	14.8	14.3	13.8	13.3	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
50	17.4	16.9	16.4	15.9	15.4	14.9	14.4	13.9	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
55	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0	13.5	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
60	17.6	17.1	16.6	16.1	15.6	15.1	14.6	14.1	13.6	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
65	17.7	17.2	16.7	16.2	15.7	15.2	14.7	14.2	13.7	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
70	17.8	17.3	16.8	16.3	15.8	15.3	14.8	14.3	13.8	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
75	17.9	17.4	16.9	16.4	15.9	15.4	14.9	14.4	13.9	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
80	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
85	18.1	17.6	17.1	16.6	16.1	15.6	15.1	14.6	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
90	18.2	17.7	17.2	16.7	16.2	15.7	15.2	14.7	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2
95	18.4	17.9	17.4	16.9	16.4	15.9	15.4	14.9	14.4	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
100	18.5	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
105	18.6	18.1	17.6	17.1	16.6	16.1	15.6	15.1	14.6	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
110	18.7	18.2	17.7	17.2	16.7	16.2	15.7	15.2	14.7	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
115	18.8	18.3	17.8	17.3	16.8	16.3	15.8	15.3	14.8	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
120	18.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.4	15.9	15.4	14.9	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
125	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
130	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.6	16.1	15.6	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
135	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	16.7	16.2	15.7	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
140	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.8	16.3	15.8	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
145	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
150	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.6	16.1	15.6	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
155	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	16.7	16.2	15.7	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
160	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.8	16.3	15.8	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
165	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.4	15.9	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
170	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
175	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.6	16.1	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
180	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	16.7	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
185	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.8	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
190	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
195	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.6	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
200	20.7	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	16.7	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6
205	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
210	20.9	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
215	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9
220	21.1	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
225	21.2	20.7	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1
230	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3
235	21.4	20.9	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
240	21.5	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
245	21.7	21.2	20.7	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
250	21.8	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
255	21.9	21.4	20.9	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
260	22.0	21.5	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
265	22.1	21.6	21.1	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
270	22.2	21.7	21.2	20.7	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
275	23.3	21.8	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
280	22.4	21.9	21.4	20.9	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
285	22.5	22.0	21.5	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
290	22.6	22.1	21.6	21.1	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
295	22.8	22.3	21.8	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
300	22.9	22.4	21.9	21.4	20.9	20.4	19.9	19.4	18.9	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8

OBSERVAÇÕES:

– OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
– ESTA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2.20 COMPRIMENTO MÍNIMO NECESSÁRIO PARA CADA TORRE DE ANCORAGEM



KAS = 0,022. LV + 1,52

CT1 = 0,022.LV + 1,52 − AM1

CT2 = 0,022.LV + 1,52 − AM2

LV	CT / AM													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
20	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-3.5	-4.0	-4.5	-5.0
25	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4	-2.9	-3.4	-3.9	-4.4	-4.9
30	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8	-3.3	-3.8	-4.3	-4.8
35	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7	-3.2	-3.7	-4.2	-4.7
40	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6	-2.1	-2.6	-3.1	-3.6	-4.1	-4.6
45	2.0	1.5	1.0	1.0	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-3.5	-4.0	-4.5
50	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4	-2.9	-3.4	-3.9	-4.4
55	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8	-3.3	-3.8	-4.3
60	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7	-3.2	-3.7	-4.2
65	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-3.5	-4.0
70	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4	-2.9	-3.4	-3.9
75	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8	-3.3	-3.8
80	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7	-3.2	-3.7
85	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6	-2.1	-2.6	-3.1	-3.6
90	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-3.5
95	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4	-2.9	-3.4
100	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8	-3.3
105	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7	-3.2
110	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6	-2.1	-2.6	-3.1
115	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4	-2.9
120	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8
125	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7
130	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6	-2.1	-2.6
135	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5
140	4.1	3.6	3.1	3.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-2.4
145	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3
150	4.3	3.8	3.3	2.8	2.8	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2
155	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6	-2.1
160	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0
165	4.7	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8
170	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7
175	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1	-1.6
180	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5
185	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4
190	5.2	4.7	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3
195	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2
200	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.1
205	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0
210	5.6	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9
215	5.8	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2	-0.7
220	5.9	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1	-0.6
225	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5
230	6.1	5.6	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4
235	6.2	5.7	5.2	4.7	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2	-0.3
240	6.3	5.8	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3	-0.2
245	6.4	5.9	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	-0.1
250	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0
255	6.6	6.1	5.6	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6	0.1
260	6.7	6.2	5.7	5.2	4.7	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7	0.2
265	6.9	6.4	5.9	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4
270	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
275	7.1	6.6	6.1	5.6	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1	0.6
280	7.2	6.7	6.2	5.7	5.2	4.7	4.2	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.2	0.7
285	7.3	6.8	6.3	5.8	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8
290	7.4	6.9	6.4	5.9	5.4	4.9	4.4	3.9	3.4	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9
295	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
300	7.6	7.1	6.6	6.1	5.6	5.1	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.6	1.1

OBSERVAÇÕES:

- O COMPRIMENTO DEVE SER CALCULADO PARA CADA MARGEM.
- QUANDO O COMPRIMENTO MÍNIMO NECESSÁRIO FOR NEGATIVO, DEVERÁ SER UTILIZADO O COMPRIMENTO PRÁTICO MÍNIMO: (BASE + ARTICULAÇÃO + CÚPULA).
- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

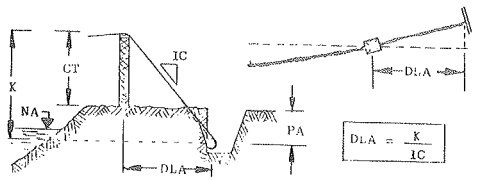
TABELA 2-21. COMPRIMENTOS PRÁTICOS DE TORRES DE ANCORAGEM

COMPRIMENTO APROXIMADO DA COMBINAÇÃO (m)	NÚMERO DE COMPONENTES DE TORRE			
	ARTICULAÇÃO	CÚPULA	IMPLEMENTOS	SECÇÃO
0,94	1	1	-	-
1,51	1	1	1	-
2,08	1	1	2	-
4,23	1	1	-	1
4,80	1	1	1	1
5,37	1	1	2	1
7,52	1	1	-	2
8,09	1	1	1	2
8,66	1	1	2	1
10,81	1	1	-	3
11,38	1	1	1	3
11,95	1	1	2	3
14,10	1	1	-	4
14,67	1	1	1	4
15,24	1	1	2	4
17,39	1	1	-	5
17,96	1	1	1	5
18,53	1	1	2	5
20,68	1	1	-	6
21,25	1	1	1	6

OBSERVAÇÕES:

- A ALTURA DA BASE É DESPREZADA
- OS IMPLEMENTOS (ADAPTADORES) PODEM SER USADOS SÓ PARA ADEQUAR ALTURAS DE TORRE.

TABELA 2-22. DISTÂNCIAS LONGITUDINAIS DOS PONTOS DE ANCORAGEM, LOCADAS SOBRE O EIXO DAS TORRES DE ANCORAGEM.



K (°)	DLA / IC 1:1	1:2	1:3	1:4
1.5	1.5	3.0	4.5	6.0
2.0	2.0	4.0	6.0	8.0
2.5	2.5	5.0	7.5	10.0
3.0	3.0	6.0	9.0	12.0
3.5	3.5	7.0	10.5	14.0
4.0	4.0	8.0	12.0	16.0
4.5	4.5	9.0	13.5	18.0
5.0	5.0	10.0	15.0	20.0
5.5	5.5	11.0	16.5	22.0
6.0	6.0	12.0	18.0	24.0
6.5	6.5	13.0	19.5	26.0
7.0	7.0	14.0	21.0	28.0
7.5	7.5	15.0	22.5	30.0
8.0	8.0	16.0	24.0	32.0
8.5	8.5	17.0	25.5	34.0
9.0	9.0	18.0	27.0	36.0
9.5	9.5	19.0	28.5	38.0
10.0	10.0	20.0	30.0	40.0
10.5	10.5	21.0	31.5	42.0
11.0	11.0	22.0	33.0	44.0
11.5	11.5	23.0	34.5	46.0
12.0	12.0	24.0	36.0	48.0
12.5	12.5	25.0	37.5	50.0
13.0	13.0	26.0	39.0	52.0
13.5	13.5	27.0	40.5	54.0
14.0	14.0	28.0	42.0	56.0
14.5	14.5	29.0	43.5	58.0
15.0	15.0	30.0	45.0	60.0
15.5	15.5	31.0	46.5	62.0
16.0	16.0	32.0	48.0	64.0
16.5	16.5	33.0	49.5	66.0
17.0	17.0	34.0	51.0	68.0
17.5	17.5	35.0	52.5	70.0
18.0	18.0	36.0	54.0	72.0
18.5	18.5	37.0	55.5	74.0
19.0	19.0	38.0	57.0	76.0
19.5	19.5	39.0	58.5	78.0
20.0	20.0	40.0	60.0	80.0
20.5	20.5	41.0	61.5	82.0
21.0	21.0	42.0	63.0	84.0
21.5	21.5	43.0	64.5	86.0
22.0	22.0	44.0	66.0	88.0
22.5	22.5	45.0	67.5	90.0
23.0	23.0	46.0	69.0	92.0
23.5	23.5	47.0	70.5	94.0

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS
- (°) O VALOR °K ° É DETERMINADO PELA SOMA DO COMPRIMENTO PRÁTICO °CT ° DA TORRE DE ANCORAGEM (JÁ DETERMINADO PELA TABELA), COM A PROFUNDIDADE DE ANCORAGEM °PA °, DESEJADA OU ARBITRADA PELO RESPONSÁVEL PELO SISTEMA DE ANCORAGEM.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2.23. DISTÂNCIAS TRANSVERSAIS DOS PONTOS DE ANCORAGEM EM RELAÇÃO AO EIXO DAS TORRES DE ANCORAGEM

$DTA = DLA \cdot tg\ \varphi$

Onde φ vale:

Pontes Não-Reforçadas:

$\varphi = 2{,}5.VC + 2{,}75$ (em graus)

Pontes Reforçadas:

$\varphi = 2{,}5.VC + 4{,}25$ (em graus)

DLA	VC					DLA	VC					DLA	VC				
	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3		0,9	1,5	2,1	2,7	3,3		0,9	1,5	2,1	2,7	3,3
1.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	32.5	2.8	3.7	4.6	5.4	6.3	63.5	5.6	7.2	8.9	10.6	12.3
	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3		3.7	4.6	5.4	6.3	7.2		7.2	8.9	10.6	12.3	14.1
2.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	33.0	2.9	3.8	4.6	5.5	6.4	64.0	5.6	7.3	9.0	10.7	12.4
	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4		3.8	4.6	5.5	6.4	7.3		7.3	9.0	10.7	12.4	14.2
2.5	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	33.5	2.9	3.8	4.7	5.6	6.5	64.5	5.6	7.3	9.1	10.8	12.5
	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6		3.8	4.7	5.6	6.5	7.4		7.3	9.1	10.8	12.5	14.3
3.0	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	34.0	3.0	3.9	4.8	5.7	6.6	65.0	5.7	7.4	9.1	10.9	12.6
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7		3.9	4.8	5.7	6.6	7.5		7.4	9.8	10.9	12.6	14.4
3.5	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	34.5	3.0	3.9	4.8	5.8	6.7	65.5	5.7	7.5	9.2	11.0	12.7
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8		3.9	4.8	5.8	6.7	7.6		7.5	9.2	11.0	12.7	14.5
4.0	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	35.0	3.1	4.0	4.9	5.9	6.8	66.0	5.8	7.5	9.3	11.0	12.8
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9		4.0	4.9	5.9	6.8	7.8		7.5	9.3	11.0	12.8	14.6
4.5	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	35.5	3.1	4.0	5.0	5.9	6.9	66.5	5.8	7.6	9.3	11.1	12.9
	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0		4.0	5.0	5.9	6.9	7.9		7.6	9.3	11.1	12.9	14.7
5.0	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	40.0	3.2	4.1	5.1	6.0	7.0	67.0	5.9	7.6	9.4	11.2	13.0
	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1		4.1	5.1	6.0	7.0	8.0		7.6	9.4	11.2	13.0	14.9
5.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	36.5	3.2	4.2	5.1	6.1	7.1	67.5	5.9	7.7	9.5	11.3	13.1
	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2		4.2	5.1	6.1	7.1	8.1		7.7	9.5	11.3	13.1	15.0
6.0	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	37.0	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	68.0	6.0	7.7	9.6	11.4	13.2
	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3		4.2	5.2	6.2	7.2	8.2		7.7	9.6	11.4	13.2	15.1
6.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	37.5	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	68.5	6.0	7.8	9.6	11.5	13.3
	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4		4.3	5.3	6.3	7.3	8.3		7.8	9.6	11.5	13.3	15.2
7.0	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	38.0	3.3	4.3	5.3	6.4	7.4	69.0	6.0	7.9	9.7	11.5	13.4
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6		4.3	5.3	6.4	7.4	8.4		7.9	9.7	11.5	13.4	15.3
7.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	38.5	3.4	4.4	5.4	6.4	7.5	69.5	6.1	7.9	9.8	11.6	13.5
	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7		4.4	5.4	6.5	7.5	8.5		7.9	9.8	11.6	13.5	15.4
8.0	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	39.0	3.4	4.4	5.5	6.5	7.6	70.0	6.1	8.0	9.8	11.7	13.6
	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8		4.4	5.5	6.5	7.6	8.6		8.0	9.8	11.7	13.6	15.5
8.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	39.5	3.5	4.5	5.5	6.6	7.7	70.5	6.2	8.0	9.9	11.8	13.7
	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9		4.5	5.5	6.6	7.7	8.8		8.0	9.9	11.8	13.7	15.6
9.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7	40.0	3.5	4.6	5.6	6.7	7.8	71.0	6.2	8.1	10.0	11.9	13.8
	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0		4.6	5.6	6.7	7.8	8.9		8.1	10.0	11.9	13.8	15.7
9.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.8	40.5	3.5	4.6	5.7	6.8	7.9	71.5	6.3	8.1	10.0	12.0	13.9
	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1		4.6	5.7	6.8	7.9	9.0		8.1	10.0	12.0	13.9	15.9
10.0	0.9	1.1	1.4	1.7	1.9	41.0	3.6	4.7	5.8	6.9	8.0	72.0	6.3	8.2	10.1	12.0	14.0
	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2		4.7	5.8	6.9	8.0	9.1		8.2	10.1	12.0	14.0	16.0
10.5	0.9	1.2	1.5	1.8	2.0	41.5	3.6	4.7	5.8	6.9	8.1	72.5	6.3	8.3	10.2	12.1	14.1
	1.2	1.5	1.8	2.0	2.3		4.7	5.8	6.9	8.1	9.2		8.3	10.2	12.1	14.1	16.1
11.0	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	42.0	3.7	4.8	5.9	7.0	8.2	73.0	6.4	8.3	10.3	12.2	14.2
	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4		4.8	5.9	7.0	8.2	9.3		8.3	10.3	12.2	14.2	16.2
11.5	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	42.5	3.7	4.8	6.0	7.1	8.3	73.5	6.4	8.4	10.3	12.3	14.3
	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5		4.8	6.0	7.1	8.3	9.4		8.4	10.3	12.3	14.3	16.3
12.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	43.0	3.8	4.9	6.0	7.2	8.4	74.0	6.5	8.4	10.4	12.4	14.4
	1.4	1.7	2.0	2.3	2.7		4.9	6.0	7.2	8.4	9.5		8.4	10.4	12.4	14.4	16.4
12.5	1.1	1.4	1.8	2.1	2.4	43.5	3.8	5.0	6.1	7.3	8.5	74.5	6.5	8.5	10.5	12.5	14.5
	1.4	1.8	2.1	2.4	2.8		5.0	6.1	7.3	8.5	9.6		8.5	10.5	12.5	14.5	16.5
13.0	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	44.0	3.9	5.0	6.2	7.4	8.6	75.0	6.6	8.5	10.5	12.5	14.6
	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9		5.0	6.2	7.4	8.6	9.8		8.5	10.5	12.5	14.6	16.6
13.5	1.2	1.5	1.9	2.3	2.6	44.5	3.9	5.1	6.3	7.4	8.7	75.5	6.6	8.6	10.6	12.6	14.7
	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0		5.1	6.3	7.4	8.7	9.9		8.6	10.6	12.6	14.7	16.7
14.0	1.2	1.6	2.0	2.3	2.7	45.0	3.9	5.1	6.3	7.5	8.7	76.0	6.7	8.7	10.7	12.7	14.8
	1.6	2.0	2.3	2.7	3.1		5.1	6.3	7.5	8.7	10.0		8.7	10.7	12.7	14.8	16.8
14.5	1.3	1.7	2.0	2.4	2.8	45.5	4.0	5.2	6.4	7.6	8.8	76.5	6.7	8.7	10.7	12.8	14.9
	1.7	2.0	2.4	2.8	3.2		5.2	6.4	7.6	8.8	10.1		8.7	10.7	12.8	14.9	17.0
15.0	1.3	1.7	2.1	2.5	2.9	46.0	4.0	5.2	6.5	7.7	8.9	77.0	6.7	8.8	10.8	12.9	15.0
	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3		5.2	6.5	7.7	8.9	10.2		8.8	10.8	12.9	15.0	17.1
15.5	1.4	1.8	2.2	2.6	3.6	46.5	4.1	5.3	6.5	7.8	9.0	77.5	6.8	8.8	10.9	13.0	15.1
	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4		5.3	6.5	7.8	9.0	10.3		8.8	10.9	13.0	15.1	17.2
16.0	1.4	1.8	2.2	2.7	3.1	47.0	4.1	5.4	6.6	7.9	9.1	78.0	6.8	8.9	11.0	13.0	15.2
	1.8	2.2	2.7	3.1	3.5		5.4	6.6	7.9	9.1	10.4		8.9	11.0	13.0	15.2	17.3
16.5	1.4	1.9	2.3	2.8	3.2	47.5	4.2	5.4	6.7	7.9	9.2	78.5	6.9	8.9	11.0	13.1	15.3
	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7		5.4	6.7	7.9	9.2	10.5		8.9	11.0	13.1	15.3	17.4
17.0	1.5	1.9	2.4	2.8	3.3	48.0	4.2	5.5	6.7	8.0	9.3	79.0	6.9	9.0	11.1	13.2	15.4
	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8		5.5	6.7	8.0	9.3	10.6		9.0	11.1	13.2	15.4	17.5
17.5	1.5	2.0	2.5	2.9	3.4	48.5	4.2	5.5	6.8	8.1	9.4	79.5	7.0	9.1	11.2	13.3	15.5
	2.0	2.5	2.9	3.4	3.9		5.5	6.8	8.1	9.4	10.8		9.1	11.2	13.3	15.5	17.6

CONTINUA

(CONTINUAÇÃO DA TABELA 2 23.)

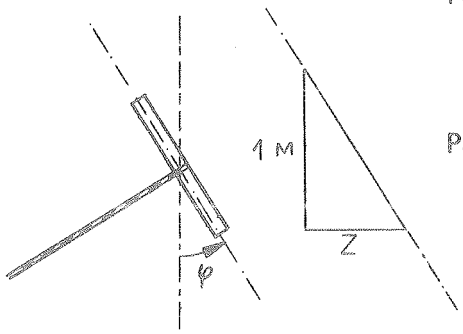
DLA	DTA														
	VC					VC					VC				
	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	0.9	1.5	2.1	2.7	3.3	0.9	1.5	2.1	2.7	3.3
18.0	1.6	2.1	2.5	3.0	3.5	4.3	5.6	6.9	8.2	9.5	7.0	9.1	11.2	13.4	15.6
	2.1	2.5	3.0	3.5	4.0	5.6	6.9	8.2	9.5	10.9	9.1	11.2	13.4	15.6	17.7
18.5	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.3	5.6	7.0	8.3	9.6	7.0	9.2	11.3	13.5	15.6
	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	5.6	7.0	8.3	9.6	11.0	9.2	11.3	13.5	15.6	17.8
19.0	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.4	5.7	7.0	8.4	9.7	7.1	9.2	11.4	13.6	15.7
	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	5.7	7.0	8.4	9.7	11.1	9.2	11.4	13.6	15.7	18.0
19.5	1.7	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	5.8	7.1	8.4	9.8	7.1	9.3	11.5	13.6	15.8
	2.2	2.7	3.3	3.8	4.3	5.8	7.1	8.4	9.8	11.2	9.3	11.5	13.6	15.8	18.1
20.0	1.8	2.3	2.8	3.3	3.9	4.5	5.8	7.2	8.5	9.9	7.2	9.3	11.5	13.7	15.9
	2.3	2.8	3.3	3.9	4.4	5.8	7.2	8.5	9.9	11.3	9.3	11.5	13.7	15.9	18.2
20.5	1.8	2.3	2.9	3.4	4.0	4.5	5.9	7.2	8.6	10.0	7.2	9.4	11.6	13.8	16.0
	2.3	2.9	3.4	4.0	4.5	5.9	7.2	8.6	10.0	11.4	9.4	11.6	13.8	16.0	18.3
21.0	1.8	2.4	3.0	3.5	4.1	4.6	5.9	7.3	8.7	10.1	7.3	9.5	11.7	13.9	16.1
	2.4	3.0	3.5	4.1	4.7	5.9	7.3	8.7	10.1	11.5	9.5	11.7	13.9	16.1	18.4
21.5	1.9	2.4	3.0	3.6	4.2	4.6	6.0	7.4	8.8	10.2	7.3	9.5	11.7	14.0	16.2
	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	6.0	7.4	8.8	10.2	11.6	9.5	11.7	14.0	16.2	18.5
22.0	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.6	6.0	7.4	8.9	10.3	7.4	9.6	11.8	14.1	16.3
	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9	6.0	7.4	8.9	10.3	11.8	9.6	11.8	14.1	16.3	18.6
22.5	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	4.7	6.1	7.5	9.0	10.4	7.4	9.6	11.9	14.1	16.4
	2.6	3.2	3.8	4.4	5.0	6.1	7.5	9.0	10.4	11.9	9.6	11.9	14.1	16.4	18.7
23.0	2.0	2.6	3.2	3.8	4.5	4.7	6.2	7.6	9.0	10.5	7.4	9.7	11.9	14.2	16.5
	2.6	3.2	3.8	4.5	5.1	6.2	7.6	9.0	10.5	12.0	9.7	11.9	14.2	16.5	18.8
23.5	2.1	2.7	3.3	3.9	4.6	4.8	6.2	7.7	9.1	10.6	7.5	9.7	12.0	14.3	16.6
	2.7	3.3	3.9	4.6	5.2	6.2	7.7	9.1	10.6	12.1	9.7	12.0	14.3	16.6	19.0
24.0	2.1	2.7	3.4	4.0	4.7	4.8	6.3	7.7	9.2	10.7	7.5	9.8	12.1	14.4	16.7
	2.7	3.4	4.0	4.7	5.3	6.3	7.7	9.2	10.7	12.2	9.8	12.1	14.4	16.7	19.1
24.5	2.1	2.8	3.4	4.1	4.8	4.9	6.3	7.8	9.3	10.8	7.6	9.9	12.2	14.5	16.8
	2.8	3.4	4.1	4.8	5.4	6.3	7.8	9.3	10.8	12.3	9.9	12.2	14.5	16.8	19.2
25.0	2.2	2.8	3.5	4.2	4.9	4.9	6.4	7.9	9.4	10.9	7.6	9.9	12.2	14.6	16.9
	2.8	3.5	4.2	4.9	5.5	6.4	7.9	9.4	10.9	12.4	9.9	12.2	14.6	16.9	19.3
25.5	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	4.9	6.4	7.9	9.5	11.0	7.7	10.0	12.3	14.6	17.0
	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.9	9.5	11.0	12.5	10.0	12.3	14.6	17.0	19.4
26.0	2.3	3.0	3.7	4.3	5.1	5.0	6.5	8.0	9.5	11.1	7.7	10.0	12.4	14.7	17.1
	3.0	3.7	4.3	5.1	5.8	6.5	8.0	9.5	11.1	12.6	10.0	12.4	14.7	17.1	19.5
26.5	2.3	3.0	3.7	4.4	5.2	5.0	6.5	8.1	9.6	11.2	7.7	10.1	12.4	14.8	17.2
	3.0	3.7	4.4	5.2	5.9	6.5	8.1	9.6	11.2	12.7	10.1	12.4	14.8	17.2	19.6
27.0	2.4	3.1	3.8	4.5	5.2	5.1	6.6	8.1	9.7	11.3	7.8	10.1	12.5	14.9	17.3
	3.1	3.8	4.5	5.2	6.0	6.6	8.1	9.7	11.3	12.9	10.1	12.5	14.9	17.3	19.7
27.5	2.4	3.1	3.9	4.6	5.3	5.1	6.7	8.2	9.8	11.4	7.8	10.2	12.6	15.0	17.4
	3.1	3.9	4.6	5.3	6.1	6.7	8.2	9.8	11.4	13.0	10.2	12.6	15.0	17.4	19.8
28.0	2.5	3.2	3.9	4.7	5.4	5.2	6.7	8.3	9.9	11.5	7.9	10.3	12.6	15.1	17.5
	3.2	3.9	4.7	5.4	6.2	6.7	8.3	9.9	11.5	13.1	10.3	12.6	15.1	17.5	20.0
28.5	2.5	3.2	4.0	4.8	5.5	5.2	6.8	8.4	10.0	11.6	7.9	10.3	12.7	15.1	17.6
	3.2	4.0	4.8	5.5	6.3	6.8	8.4	10.0	11.6	13.2	10.3	12.7	15.1	17.6	20.1
29.0	2.5	3.3	4.1	4.9	5.6	5.3	6.8	8.4	10.0	11.7	8.0	10.4	12.8	15.2	17.7
	3.3	4.1	4.9	5.6	6.4	6.8	8.4	10.0	11.7	13.3	10.4	12.8	15.2	17.7	20.2
29.5	2.6	3.4	4.1	4.9	5.7	5.3	6.9	8.5	10.1	11.8	8.0	10.4	12.9	15.3	17.8
	3.4	4.1	4.9	5.7	6.5	6.9	8.5	10.1	11.8	13.4	10.4	12.9	15.3	17.8	20.3
30.0	2.6	3.4	4.2	5.0	5.8	5.3	6.9	8.6	10.2	11.9	8.1	10.5	12.9	15.4	17.9
	3.4	4.2	5.0	5.8	6.7	6.9	8.6	10.2	11.9	13.5	10.5	12.9	15.4	17.9	20.4
30.5	2.7	3.5	4.3	5.1	5.9	5.4	7.0	8.6	10.3	12.0	8.1	10.5	13.0	15.5	18.0
	3.5	4.3	5.1	5.9	6.8	7.0	8.6	10.3	12.0	13.6	10.5	13.0	15.5	18.0	20.5
31.0	2.7	3.5	4.4	5.2	6.0	5.4	7.1	8.7	10.4	12.1	8.1	10.6	13.1	15.6	18.1
	3.5	4.4	5.2	6.0	6.9	7.1	8.7	10.4	12.1	13.7	10.6	13.1	15.6	18.1	20.6
31.5	2.8	3.6	4.4	5.3	6.1	5.5	7.1	8.8	10.5	12.2	8.2	10.6	13.1	15.6	18.2
	3.6	4.4	5.3	6.1	7.0	7.1	8.8	10.5	12.2	13.9	10.6	13.1	15.6	18.2	20.7
32.0	2.8	3.6	4.5	5.4	6.2	5.5	7.2	8.9	10.5	12.2	8.2	10.7	13.2	15.7	18.3
	3.6	4.5	5.4	6.2	7.1	7.2	8.9	10.5	12.2	14.0	10.7	13.2	15.7	18.3	20.8

OBSERVAÇÕES:

– **OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.**

– **ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.**

TABELA 2-24. DEFLEXÕES ANGULARES DOS PONTOS DE ANCORAGEM



Para Pontes Não-Reforçadas:

$\varphi = 2{,}5.VC + 2{,}75$

Para Pontes Reforçadas:

$\varphi = 2{,}5.VC + 4{,}25$

(φ em graus)

VC (m/s)		LOCAÇÃO DE	
PONTES NÃO-REFORÇADAS (*)	PONTES REFORÇADAS	EM GRAUS	Z (cm/m)
0,9	—	5	9
1,5	0,9	6,5	11
2,1	1,5	8	14
2,7	2,1	9,5	17
3,3	2,7	11	19
—	3,3	12,5	22

OBSERVAÇÕES:

(*) PONTES: NORMAIS C/ FLUTUADOR INTEIRO E C/MEIO FLUTUADOR, SEMI-REDUZIDA, REDUZIDA, SUPER-REDUZIDA.

TABELA 2–25. DIÂMETRO ADEQUADO PARA CABO(S)-GUIA DE SISTEMAS DE ANCORAGEM DE PONTES REFORÇADAS

– LV – LARGURA DO VÃO ATÉ ... (m)	VC – VELOCIDADE DA CORRENTE ATÉ ... (m/s)											
	1,5			2,1			2,7			3,3		
	N.º DE CABOS-GUIAS POR TORRE											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
60	5/8	1/2	3/8	3/4	5/8	1/2	7/8	3/4	5/8	1.1/8 (*)	7/8	3/4
120	3/4	5/8	1/2	1	3/4	5/8	1.1/4 (*)	1	3/4	1.1/2 (*)	1.1/4	7/8
180	1	3/4	5/8	1.1/8 (*)	1	3/4	1.1/2 (*)	1.1/4 (*)	7/8		1.1/2 (*)	1.1/8 (*)
245	1.1/8 (*)	7/8	3/4	1.3/8 (*)	1.1/8 (*)	7/8		1.3/8 (*)	1			1.1/4 (*)
305	1.1/4 (*)	1	3/4	1.1/2 (*)	1.1/4 (*)	1			1.1/8 (*)			1.3/8 (*)
365	1.3/8 (*)	1.1/8 (*)	7/8		1.3/8 (*)	1			1.1/4 (*)			

OBSERVAÇÕES:
- ESTA TABELA É PARA CABOS DE AÇO IPS, 6 X 19, COM ALMA DE FIBRA
- DIÂMETRO EM POLEGADAS
- PARA OUTRAS CATEGORIAS E CLASSIFICAÇÕES DE CABOS DE AÇO, FAZER EQUIVALÊNCIA ATRAVÉS DAS CARGAS DE RUPTURA
- OS ESPAÇOS EM BRANCO TRADUZEM SITUAÇÕES INSEGURAS PARA OS CABOS DE POSSÍVEL UTILIZAÇÃO (AQUELES DE DIÂMETRO COMPATÍVEL COM O EQUIPAMENTO)

(*) NT: ESTES CABOS NÃO PODEM SER UTILIZADOS POIS AS DIMENSÕES DAS PATESCAS DO IMPLEMENTO DE TORRE (PARA CABOS GUIA AUXILIARES) SÃO PARA CABOS DE ATÉ 1 1/4" (31,75 mm). POR OUTRO LADO, OS TROLES SÓ COMPORTAM CABOS DE 1" (25,4 mm) OU MENOS

TABELA 2-26. DIÂMETROS ADEQUADOS PARA CABO(S)-GUIA DE SISTEMAS DE ANCORAGEM DE PONTES NÃO REFORÇADAS (**)

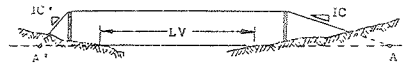
– LV – LARGURA DO VÃO ... (m)	– VC – VELOCIDADE DA CORRENTE ATÉ... (m/s)											
	1,5			2,1			2,7			3,3		
	N.º DE CABOS-GUIA POR TORRES											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
60	1/2	3/8	3/8	5/8	1/2	1/2	3/4	5/8	1/2	7/8	3/4	5/8
120	5/8	1/2	1/2	3/4	5/8	1/2	1	7/8	5/8	1.1/4 (*)	1	3/4
180	3/4	5/8	1/2	1	3/4	5/8	1.1/4 (*)	1	3/4	1.1/2 (*)	1.1/4 (*)	7/8
245	7/8	3/4	5/8	1.1/8 (*)	7/8	3/4	1.3/8 (*)	1.1/8 (*)	7/8		1.1/2 (*)	1.1/8 (*)
305	1	7/8	3/4	1.1/4 (*)	1	7/8	1.1/2 (*)	1.3/8 (*)	1			1.1/4 (*)
365	1.1/8	7/8	3/4	1.3/8 (*)	1.1/8 (*)	7/8		1.1/2 (*)	1.1/8 (*)			1.3/8 (*)

OBSERVAÇÕES:

– ESTA TABELA É PARA CABOS DE AÇO IPS, 6 x 19, COM ALMA DE FIBRA.
– DIÂMETRO EM POLEGADAS
– PARA OUTRAS CATEGORIAS E CLASSIFICAÇÕES DE CABOS DE AÇO, FAZER EQUIVALÊNCIA ATRAVÉS DAS CARGAS DE RUPTURA.
– OS ESPAÇOS EM BRANCO TRADUZEM 'SITUAÇÕES' INSEGURAS PARA OS CABOS DE POSSÍVEL UTILIZAÇÃO, (AQUELES DE DIÂMETRO COMPATÍVEL COM O EQUIPAMENTO)

(*) NT: ESTES CABOS NÃO PODEM SER UTILIZADOS POIS AS DIMENSÕES DAS PATESCAS DO IMPLEMENTO DE TORRE (PARA CABOS GUIA AUXILIARES) SÃO PARA CABOS DE ATÉ 1 1/4" (31,75 mm). POR OUTRO LADO, OS TROLES SÓ COMPORTAM CABOS DE 1" (25,4 mm) OU MENOS
(**) NORMAIS COM FLUTUADOR INTEIRO E COM MEIO FLUTUADOR, SEMI-REDUZIDA, REDUZIDA E SUPER-REDUZIDA

TABELA 2-27. COMPRIMENTOS DE CABO(S) GUIA



IC - IC (De A até A')

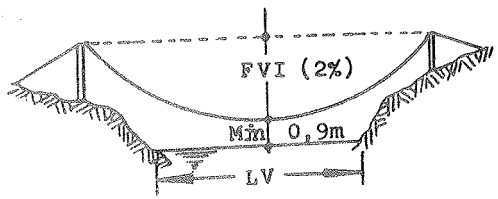
$$LC = 1{,}15\left[1{,}1.LV + 30{,}48 + (0{,}044.LV\ 3{,}048).\sqrt{1+\left(\frac{1}{IC}\right)^2}\right]$$

LV	LC / IC 1:1	1:2	1:3	1:4	LV	LC / IC 1:1	1:2	1:3	1:4	LV	LC / IC 1:1	1:2	1:3	1:4
20	66.7	70.5	74.6	79.0	115	193.7	201.4	210.0	219.0	210	320.7	332.3	345.4	359.0
25	73.4	77.3	81.8	86.3	120	200.4	208.3	217.1	226.3	215	327.4	339.2	352.5	366.3
30	80.1	84.2	88.9	93.7	125	207.1	215.2	224.3	233.7	220	334.1	346.1	359.6	373.7
35	86.8	91.1	96.0	101.1	130	213.8	222.0	231.4	241.1	225	340.7	353.0	366.8	381.1
40	93.5	98.0	103.1	108.4	135	220.4	228.9	238.5	248.4	230	347.4	359.9	373.9	388.4
45	100.2	104.9	110.3	115.8	140	227.1	235.8	245.6	255.8	235	354.1	366.8	381.0	395.8
50	106.8	111.8	117.4	123.2	145	233.8	242.7	252.8	263.2	240	360.8	373.6	388.1	403.2
55	113.5	118.7	124.5	130.6	150	240.5	249.6	259.9	270.5	245	367.5	380.5	395.3	410.5
60	120.2	125.3	131.6	137.9	155	247.2	256.5	267.0	277.9	250	374.1	387.4	402.4	417.9
65	126.9	132.5	138.8	145.3	160	253.9	263.4	274.1	285.3	255	380.8	394.3	409.5	425.3
70	133.6	139.4	145.9	152.7	165	260.5	270.3	281.3	292.7	260	387.5	401.2	416.6	432.6
75	140.3	146.3	153.0	160.0	170	267.2	277.2	288.4	300.0	265	394.2	408.1	423.8	440.0
80	146.9	153.1	160.1	167.4	175	273.9	284.1	295.5	307.4	270	400.9	415.0	430.9	447.4
85	153.6	160.0	167.3	174.8	180	280.6	291.0	302.6	314.8	275	407.6	421.9	438.0	454.8
90	160.3	166.9	174.4	182.1	185	287.3	297.8	309.8	322.1	280	414.2	428.8	445.1	462.1
95	167.0	173.8	181.5	189.5	190	294.0	304.7	316.9	329.5	285	420.9	435.7	452.3	469.5
100	173.7	180.7	186.6	196.9	195	300.6	311.6	324.0	336.9	290	427.6	442.6	459.4	476.9
105	180.3	187.6	195.8	204.2	200	307.3	318.5	331.1	344.2	295	434.3	449.4	466.5	484.2
110	187.0	194.5	202.9	211.6	205	314.0	325.4	338.3	351.6	300	441.0	456.3	473.6	491.6

OBSERVAÇÕES:

- OS COMPRIMENTOS DE CABO(S)-GUIA TABELADOS INCLUEM METRAGEM ADICIONAL PARA OPERAÇÕES DE INSTALAÇÃO E AMARRAÇÃO.
- OS VALORES TABELADOS E OS DE ENTRADA TRADUZEM-SE EM METROS.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS 86700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-28. FLECHAS VERTICAIS INICIAIS



$$FVI = 0{,}022.\ LV + 0{,}61$$

LV	FVI	LV	FVI	LV	FVI
20	1.1	115	3.1	210	5.2
25	1.2	120	3.3	215	5.3
30	1.3	125	3.4	220	5.5
35	1.4	130	3.5	225	5.6
40	1.5	135	3.6	230	5.7
45	1.6	140	3.7	235	5.8
50	1.7	145	3.8	240	5.9
55	1.8	150	3.9	245	6.0
60	1.9	155	4.0	250	6.1
65	2.0	160	4.1	255	6.2
70	2.2	165	4.2	260	6.3
75	2.3	170	4.4	265	6.4
80	2.4	175	4.5	270	6.6
85	2.5	180	4.6	275	6.7
90	2.6	185	4.7	280	6.8
95	2.7	190	4.8	285	6.9
100	2.8	195	4.9	290	7.0
105	2.9	200	5.0	295	7.1
110	3.0	205	5.1	300	7.2

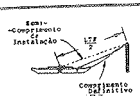
OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- ESSAS FLECHAS INICIAIS DE 2% POSSIBILITAM UM REGIME DE TRABALHO COM COEFICIENTES DE SEGURANÇA EM TORNO DE 2.
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-29. NÚMERO DE TIRANTES A SEREM UTILIZADOS

NÚMERO DE SUPORTES FLUTUANTES DA PONTE (NFP)	NÚMERO DE TIRANTES	
	A MONTANTE	A JUSANTE
6	6	2
7	7	2
8	8	2
9	9	3
10	10	4
11	11	4
12	12	4
13	13	5
14	14	6
15	15	6
16	16	6
17	17	7
18	18	8
19	19	8
20	20	8
21	21	9
22	22	10
23	23	10
24	24	10
25	25	11
26	26	12
27	27	12
28	28	12
29	29	13
30	30	14
31	31	14
32	32	14
33	33	15
34	34	16
35	35	16
36	36	16
37	37	17
38	38	18
39	39	18
40	40	18
41	41	19
42	42	20
43	43	20
44	44	20
45	45	21

TABELA 2-32. COMPRIMENTOS DE TIRANTES



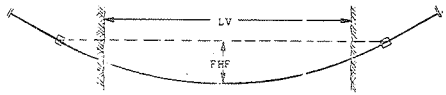
$$LTR = 2\left\{(0{,}022.LV+16{,}764-AMM)\sqrt{1+\left(\frac{0{,}022.LV+1{,}524-AMM}{0{,}022.LV+16{,}764-AMM}\right)^2}\right\}$$

LV	LTR (AMM)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
20	33.5	32.5	31.4	30.4	29.4	28.5	27.6	26.7	25.9	25.2	24.5	23.8	23.3	22.8
25	33.8	32.7	31.6	30.6	29.6	28.7	27.8	26.9	26.1	25.3	24.6	24.0	23.4	22.9
30	34.0	32.9	31.9	30.9	29.9	28.9	28.0	27.1	26.3	25.5	24.8	24.1	23.5	23.0
35	34.3	33.2	32.1	31.1	30.1	29.1	28.2	27.3	26.4	25.6	24.9	24.2	23.6	23.1
40	34.5	33.4	32.3	31.3	30.3	29.3	28.4	27.5	26.6	25.8	25.1	24.4	23.7	23.2
45	34.7	33.6	32.6	31.5	30.5	29.5	28.6	27.7	26.8	26.0	25.2	24.5	23.9	23.3
50	35.0	33.9	32.8	31.8	30.7	29.7	28.8	27.9	27.0	26.2	25.4	24.7	24.0	23.4
55	35.2	34.1	33.0	32.0	31.0	30.0	29.0	28.1	27.2	26.3	25.6	24.8	24.2	23.5
60	35.5	34.4	33.3	32.2	31.2	30.2	29.2	28.3	27.4	26.5	25.7	25.0	24.3	23.7
65	35.7	34.6	33.5	32.4	31.4	30.4	29.4	28.5	27.6	26.7	25.9	25.1	24.4	23.8
70	36.0	34.9	33.8	33.7	31.6	30.6	29.6	28.7	27.8	26.9	26.1	25.3	24.6	23.9
75	36.2	35.1	34.0	32.9	31.9	30.8	29.8	28.9	28.0	27.1	26.2	25.5	24.7	24.1
80	36.5	35.3	34.2	33.1	32.1	31.1	30.1	29.1	28.2	27.3	26.4	25.6	24.9	24.2
85	36.7	35.6	34.5	33.4	32.3	31.3	30.3	29.3	28.4	27.5	26.6	25.8	25.1	24.4
90	37.0	35.8	34.7	33.6	32.6	31.5	30.5	29.5	28.6	27.7	26.8	26.0	25.2	24.5
95	37.2	36.1	35.0	33.9	32.8	31.7	30.7	29.7	28.8	27.8	27.0	26.1	25.4	24.7
100	37.5	36.3	35.2	34.1	33.0	32.0	30.9	29.9	29.0	28.0	27.2	26.3	25.5	24.8
105	37.7	36.6	35.5	34.3	33.3	32.2	31.2	30.1	29.2	28.2	27.4	26.5	25.7	25.0
[illegible]	38.0	36.8	35.7	34.6	33.5	32.4	31.4	30.4	29.4	28.4	27.5	26.7	25.9	25.1
115	[illegible]3	37.1	36.0	34.8	33.7	32.7	31.6	30.6	29.6	28.7	27.7	26.9	26.1	25.3
120	[illegible]	37.3	36.2	35.1	34.0	32.9	31.8	30.8	29.8	28.9	27.9	27.1	26.2	25.4
125	38.[illegible]	37.6	36.5	35.3	34.2	33.1	32.1	31.0	30.0	29.1	28.1	27.2	26.4	25.6
130	39.0	37.9	36.7	35.6	34.5	33.4	32.3	31.3	30.2	29.3	28.3	27.4	26.6	25.8
135	39.3	38.1	37.0	35.8	34.7	33.6	32.5	31.5	30.5	29.5	28.5	27.6	26.8	26.0
140	39.5	38.4	37.2	36.1	34.9	33.8	32.8	31.7	30.7	29.7	28.7	27.8	27.0	26.1
145	39.8	38.6	37.5	36.3	35.2	34.1	33.0	31.9	30.9	29.9	29.0	28.0	27.1	26.3
150	40.1	38.9	37.7	36.6	35.4	34.3	33.2	32.2	31.1	30.1	29.2	28.2	27.3	26.5
155	40.3	39.1	38.0	36.8	35.7	34.6	33.5	32.4	31.4	30.3	29.4	28.4	27.5	26.7
160	40.6	39.4	38.2	37.1	35.9	34.8	33.7	32.6	31.6	30.6	29.6	28.6	27.7	26.9
165	40.9	39.7	38.5	37.3	36.2	35.1	33.9	32.9	31.8	30.8	29.8	28.8	27.9	27.0
170	41.1	39.9	38.7	37.6	36.4	35.3	34.2	33.1	32.0	31.0	30.0	29.0	28.1	27.2
175	41.4	40.2	39.0	37.8	36.7	35.5	34.4	33.3	32.3	31.2	30.2	29.3	28.3	27.4
180	41.7	40.5	39.3	38.1	36.9	35.8	34.7	33.6	33.5	31.5	30.4	29.5	28.5	27.6
185	41.9	40.7	39.5	38.3	37.2	36.0	34.9	33.8	32.7	31.7	30.7	29.7	28.7	27.8
190	42.2	41.0	39.8	38.6	37.4	36.3	35.2	34.1	33.0	31.9	30.9	29.9	28.9	28.0
195	42.5	41.2	40.0	38.9	37.7	36.5	35.4	34.3	33.2	32.1	31.1	30.1	29.1	28.2
200	42.7	41.5	40.3	39.1	38.0	36.8	35.7	34.5	33.4	32.4	31.3	30.3	29.4	28.4
205	43.0	41.8	40.6	39.4	38.2	37.0	35.9	34.8	33.7	32.6	31.6	30.5	29.6	28.6
210	43.3	42.0	40.8	39.6	38.5	37.3	30.2	35.0	33.9	32.8	31.8	30.8	29.8	28.8
215	43.5	42.3	41.1	39.9	38.7	37.6	36.4	35.3	34.2	33.1	32.0	31.0	30.0	29.0
220	43.8	42.6	41.4	40.2	39.0	37.8	36.7	35.5	34.4	33.3	32.3	31.2	30.2	29.2
225	44.1	42.9	41.6	40.4	39.2	38.1	36.9	35.8	34.7	33.6	32.5	31.4	30.4	29.4
230	44.3	43.1	41.9	40.7	39.5	38.3	37.2	36.0	34.9	33.8	32.7	31.7	30.6	29.7
235	44.6	43.4	42.2	41.0	39.8	38.6	37.4	36.3	35.1	34.0	33.0	31.9	30.9	29.9
240	44.9	43.7	42.4	41.2	40.0	38.8	37.7	36.5	35.4	34.3	33.2	32.1	31.1	30.1
245	45.2	43.9	42.7	41.5	40.3	39.1	37.9	36.8	35.6	34.5	33.4	32.4	31.3	30.3
250	45.4	44.2	43.0	41.8	40.6	39.4	38.2	37.0	35.9	34.8	33.7	32.6	31.5	30.5
255	45.7	44.5	43.2	42.0	40.8	39.6	38.4	37.3	36.1	35.0	33.9	32.8	31.8	30.7
260	46.0	44.7	43.5	42.3	41.1	39.9	38.7	37.5	36.4	35.3	34.1	33.1	32.0	31.0
265	46.3	45.0	43.8	42.6	41.3	40.1	39.0	37.8	36.6	35.5	34.4	33.3	32.2	31.2
270	46.5	45.3	44.1	42.8	41.6	40.4	39.2	38.0	36.9	35.7	34.6	35.5	32.5	31.4
275	46.8	45.6	44.3	43.1	41.8	40.7	39.5	38.3	37.1	36.0	34.9	33.8	32.7	31.6
280	47.1	45.8	44.6	43.4	42.1	40.9	39.7	38.6	37.4	36.2	35.1	34.0	32.9	31.9
285	47.4	46.1	44.9	43.6	42.4	41.2	40.0	38.8	37.6	36.5	35.4	34.3	33.2	32.1
290	47.6	46.4	45.1	43.9	42.7	41.5	40.3	39.1	37.9	36.7	35.6	34.5	33.4	32.3
295	47.9	46.7	45.4	44.2	42.9	41.7	40.5	39.3	38.2	37.0	35.9	34.7	33.6	32.6
300	48.2	46.9	45.7	44.4	43.2	42.0	40.8	39.6	38.4	37.3	36.1	35.0	33.9	32.8

OBSERVAÇÕES:

- OS VALORES TABELADOS TRADUZEM-SE EM METROS.
- OS COMPRIMENTOS DE TIRANTES TABELADOS INCLUEM METRAGEM DE CABO SUFICIENTE PARA OPERAÇÕES DE INSTALAÇÃO.
- OS VALORES TABELADOS SÃO VÁLIDOS PARA CÚPULAS NA COTA MÍNIMA (KAS).
- ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-31. FLECHAS HORIZONTAIS FINAIS PARA PONTES NÃO-REFORÇADAS



$$FHF = \frac{5}{3} VC + 1{,}5 \quad (\%)$$

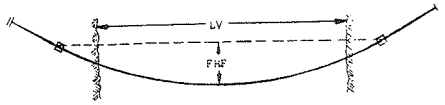
$$FHF = \frac{5\,VC + 4{,}5}{300} (1{,}1\,LV + 30{,}48) \quad (m)$$

LV	FHF					LV	FHF					LV	FHF				
	VC						VC						VC				
	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3		0,9	1,5	2,1	2,7	3,3		0,9	1,5	2,1	2,7	3,3
20	1.6	2.1	2.6	3.1	3.7	115	4.7	6.3	7.8	9.4	11.0	210	7.8	10.5	13.1	15.7	18.3
25	1.7	2.3	2.9	3.5	4.1	120	4.9	6.5	8.1	9.7	11.4	215	8.0	10.7	13.3	16.0	18.7
30	1.9	2.5	3.2	3.8	4.4	125	5.0	6.7	8.4	10.1	11.8	220	8.2	10.9	13.6	16.3	19.1
35	2.1	2.8	3.4	4.1	4.8	130	5.2	6.9	8.7	10.4	12.1	225	8.3	11.1	13.9	16.7	19.5
40	2.2	3.0	3.7	4.5	5.2	135	5.4	7.2	8.9	10.7	12.5	230	8.5	11.3	14.2	17.0	19.8
45	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	140	5.5	7.4	9.2	11.1	12.9	235	8.7	11.6	14.4	17.3	20.2
50	2.6	3.4	4.3	5.1	6.0	145	5.7	7.6	9.5	11.4	13.3	240	8.8	11.8	14.7	17.7	20.6
55	2.7	3.6	4.5	5.5	6.4	150	5.9	7.8	9.8	11.7	13.7	245	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0
60	2.9	3.9	4.8	5.8	6.8	155	6.0	8.0	10.0	12.1	14.1	250	9.2	12.2	15.3	18.3	21.4
65	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	160	6.2	8.3	10.3	12.4	14.5	255	9.3	12.4	15.5	18.7	21.8
70	3.2	4.3	5.4	6.4	7.5	165	6.4	8.5	10.6	12.7	14.8	260	9.5	12.7	15.8	19.0	22.2
75	3.4	4.5	5.6	6.8	7.9	170	6.5	8.7	10.9	13.0	15.2	265	9.7	12.9	16.1	19.3	22.5
80	3.6	4.7	5.9	7.1	8.3	175	6.7	8.9	11.1	13.4	15.6	270	9.8	13.1	16.4	19.6	22.9
85	3.7	5.0	6.2	7.4	8.7	180	6.9	9.1	11.4	13.7	16.0	275	10.0	13.3	16.6	20.0	23.3
90	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	185	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	280	10.2	13.5	16.9	20.3	23.7
95	4.0	5.4	6.7	8.1	9.4	190	7.2	9.6	12.0	14.4	16.8	285	10.3	13.8	17.2	20.6	24.1
100	4.2	5.6	7.0	8.4	9.8	195	7.3	9.8	12.2	14.7	17.1	290	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5
105	4.4	5.8	7.3	8.8	10.2	200	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	295	10.6	14.2	17.7	21.3	24.8
110	4.5	6.1	7.6	9.1	10.6	205	7.7	10.2	12.8	15.4	17.9	300	10.8	14.4	18.0	21.6	25.2

OBSERVAÇÕES:

– OS VALORES TABELADOS E OS DE ENTRADA TRADUZEM-SE EM METROS OU METROS POR SEGUNDO
– ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-32. FLECHAS HORIZONTAIS FINAIS PARA PONTES REFORÇADAS



$$FHF = \frac{5}{3} VC + 2{,}5 \quad (\%)$$

$$FHF = \frac{5\ VC + 7{,}5}{300} (1{,}1\ LV + 30{,}48) \quad (m)$$

LV	FHF VC 0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	LV	FHF VC 0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	LV	FHF VC 0,9	1,5	2,1	2,7	3,3
20	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	115	6.3	7.8	9.4	11.0	12.6	210	10.5	13.1	15.7	18.3	20.9
25	2.3	2.9	3.5	4.1	4.6	120	6.5	8.1	9.7	11.4	13.0	215	10.7	13.3	16.0	18.7	21.4
30	2.5	3.2	3.8	4.4	5.1	125	6.7	8.4	10.1	11.8	13.4	220	10.9	13.6	16.3	19.1	21.8
35	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	130	6.9	8.7	10.4	12.1	13.9	225	11.1	13.9	16.7	19.5	22.2
40	3.0	3.7	4.5	5.2	6.0	135	7.2	8.9	10.7	12.5	14.3	230	11.3	14.2	17.0	19.8	22.7
45	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	140	7.4	9.2	11.1	12.9	14.8	235	11.6	14.4	17.3	20.2	23.1
50	3.4	4.3	5.1	6.0	6.8	145	7.6	9.5	11.4	13.3	15.2	240	11.8	14.7	17.7	20.6	23.6
55	3.6	4.5	5.5	6.4	7.3	150	7.8	9.8	11.7	13.7	15.6	245	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0
60	3.9	4.8	5.8	6.8	7.7	155	8.0	10.0	12.1	14.1	16.1	250	12.2	15.3	18.3	21.4	24.4
65	4.1	5.1	6.1	7.1	8.2	160	8.3	10.3	12.4	14.5	16.5	255	12.4	15.5	18.7	21.8	24.9
70	4.3	5.4	6.4	7.5	8.6	165	8.5	10.6	12.7	14.8	17.0	260	12.7	15.8	19.0	22.2	25.3
75	4.5	5.6	6.8	7.9	9.0	170	8.7	10.9	13.0	15.2	17.4	265	12.9	16.1	19.3	22.5	25.8
80	4.7	5.9	7.1	8.3	9.5	175	8.9	11.1	13.4	15.6	17.8	270	13.1	16.4	19.6	22.9	26.2
85	5.0	6.2	7.4	8.7	9.9	180	9.1	11.4	13.7	16.0	18.3	275	13.3	16.6	20.2	23.3	26.6
90	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	185	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	280	13.5	16.9	20.3	23.7	27.1
95	5.4	6.7	8.1	9.4	10.8	190	9.6	12.0	14.4	16.8	19.2	285	13.8	17.2	20.6	24.1	27.5
100	5.6	7.0	8.4	9.8	11.2	195	9.8	12.2	14.7	17.1	19.6	290	14.0	17.5	21.0	24.5	28.0
105	5.8	7.3	8.8	10.2	11.7	200	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	295	14.2	17.7	21.3	24.8	28.4
110	6.1	7.6	9.1	10.6	12.1	205	10.2	12.8	15.4	17.9	20.5	300	14.4	18.0	21.6	25.2	28.8

OBSERVAÇÕES:

– OS VALORES TABELADOS E OS DE ENTRADA TRADUZEM-SE EM METROS OU METROS POR SEGUNDO
– ESSA TABELA FOI CALCULADA PELO COMPUTADOR BURROUGHS B6700 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

TABELA 2-33. MATERIAL E EQUIPAMENTO PARA OS SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABO(S)-GUIA

MATERIAIS
TORRE DE ANCORAGEM, (BASE, ARTICULAÇÃO, SECÇÃO DE TORRE, IMPLEMENTO, (ADAPTADORES) CÚPULA, FIXADOR), CABO DE MANILHA, CABO DE AÇO SAPATILHA, CLIPS, TROLE, LAÇO, ESTACA METÁLICA, CORRENTE DE ANCORAGEM, MORDENTE, PAINEL BAILEY (*), PARAFUSO BAILEY (*), CANTONEIRA BAILEY, TSBB.565 (*), CÚPULA EXPEDITA (*) PRANCHÃO DE MADEIRA, TORO DE MADEIRA,BARRA DE AÇO, PERFIL DE AÇO, REDE DE AÇO.
EQUIPAMENTOS
CROQUE, BOLSA PARA FERRAMENTAS, MARTELO DE BOLA, CORTADOR DE CABO DE AÇO, ESCAVADEIRA, BALIZA, TRENA, MARRETA, SALVA-VIDAS, BULLDOZER, GUINCHO, BOTE, EMBARCAÇÃO DE MANOBRA, MOTOR DE POPA, TEODOLITO.

OBSERVAÇÕES:

(*) QUANDO UTILIZADAS TORRES DE ANCORAGEM COM PAINÉIS BAILEY

TABELA 2-34. DESTACAMENTOS E EFETIVOS PARA INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABO(S)-GUIA SIMPLES PARA COMPRIMENTOS DE PONTES MENORES DO QUE 90 METROS

DESTACAMENTO	NÚMERO DE DESTACAMENTOS	EFETIVO	
		GRADUADOS	SOLDADOS
DE 1ª MARGEM	1	1	6
DE 2ª MARGEM	1	1	6

OBSERVAÇÕES:

– PARA SISTEMAS MÚLTIPLOS, ESTES DESTACAMENTOS DEVEM SER AUMENTADOS

TABELA 2-35. DESTACAMENTOS E EFETIVOS PARA INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABO(S)-GUIA SIMPLES PARA COMPRIMENTOS DE PONTES MAIORES DO QUE 90 METROS

DESTACAMENTO	NÚMERO DE DESTACAMENTOS	EFETIVO	
		GRADUADOS	SOLDADOS
DE 1ª MARGEM	2	1	6
DE 2ª MARGEM	2	1	6

OBSERVAÇÕES:

– PARA SISTEMAS MÚLTIPLOS, ESTES DESTACAMENTOS DEVEM SER AUMENTADOS

2-8. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A seguir é apresentada a seqüência de operações necessárias para montagem do sistema de ancoragem, que deve constar de um planejamento separado, em poder do comandante da ponte, junto à margem.

2-9. SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABOS DE ANCORAGEM DIRECIONAIS

A instalação dos sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais é bem mais trabalhosa que a dos sistemas por âncoras ou cabo(s) – guia. Exige muitas escavações (no caso de pontos de ancoragem do tipo poço de ancoragem), além de intensa movimentação de botes auxiliares, estendendo os cabos. Em suma, muitas operações passíveis de acidentes, danos e perdas de pessoal e material ocorrerão, se não forem observados rigorosos critérios de segurança pré-estabelecidos e ensaiados.

a. **Instalação dos cabos de amarração** – Os cabos de amarração devem ser instalados, tão logo os primeiros suportes flutuantes das partes de margem sejam lançados e colocados sobre o eixo longitudinal da ponte. A conexão dos cabos à ponte pode ser efetuada através do engate macho das vigas normais mais externas do tabuleiro, que se situam, aproximadamente, sobre os referidos primeiros suportes. O cabo fica protegido por uma sapatilha colocada no local do engate macho, que possui bordas em quina e que podem danificá-lo. Por outro lado, os cabos de amarração também podem ser conectados às ábitas das secções de extremidade da travessa de sela, também do suporte flutuante de dentro de cada parte de margem. A outra extremidade dos cabos fica ancorada na margem, de uma maneira tal, que possibilite seu tesamento ou solecamento. Após o fechamento da ponte, os cabos de amarração são tesados forte e simultaneamente, de modo a impedirem futuros movimentos longitudinais da estrutura.

b. **Instalação dos pontos de ancoragem dos cabos de ancoragem direcionais** – Tão logo sejam iniciados os trabalhos de construção da ponte, tem início também as instalações dos pontos de ancoragem. A locação dos diversos pontos de ancoragem é feita conforme uma planta geral esboçada ao nível de planejamento. Por outro lado, deve ser atentada a necessidade de locar, de uma maneira aproximada, os pontos de ancoragem sobre a linha de ancoragem, considerada no âmbito do planejamento. Finalmente, cumpre lembrar a rotação dos pontos de ancora-

gem sobre a linha de ancoragem, de modo que fiquem aproximadamente perpendiculares aos cabos que irão receber (no caso de poços de ancoragem). A construção dos pontos de ancoragem deve obedecer aos projetos idealizados ao nível de planejamento, evidentemente ajustados às situações eventuais que possam ocorrer durante a montagem. Outrossim, os pontos de ancoragem devem ser protegidos contra a erosão e o desmoronamento por meio de pedras ou sacos de areia.

c. **Instalação dos cabos de ancoragem direcionais** — É sabido existirem cabos de ancoragem direcionais à montante e, em determinadas situações, também à jusante das pontes. As técnicas de instalação são as mesmas para ambos. Entretanto, para facilitar a movimentação dos botes auxiliares que fazem a navegação de partes de ponte provenientes de jusante, é conveniente instalar os cabos de ancoragem direcionais de jusante, somente quando a ponte estiver terminada.

(1) Ancoragem dos cabos de ancoragem direcionais aos seus respectivos pontos de ancoragem nas margens — Os cabos de ancoragem direcionais devem ser ancorados aos seus respectivos pontos de ancoragem, previamente construídos. É conveniente que os cabos sejam ancorados antes de serem desenrolados.

(2) Instalação dos suportes dos cabos de ancoragem direcionais — São instalados para suportar os cabos de ancoragem direcionais impedindo a sua submersão. São instalados em locais pre-determinados pelo responsável do sistema de ancoragem.

(3) Estiramento dos cabos de ancoragem direcionais, dos pontos de ancoragem na margem, aos seus respectivos suportes flutuantes — Podem ser utilizados botes com dispositivos para desenrolar as bobinas de cabos ou empregado um processo de estiramento manual, utilizando o tabuleiro já montado da ponte. Os botes recebem a bobina do cabo junto ao ponto de ancoragem e o estendem até o suporte flutuante. O segundo processo é bem mais incômodo, pois a bobina é desenrolada manualmente sobre o tabuleiro da ponte que está sendo montada, podendo asssim, atrapalhar as atividades inerentes à montagem.

(4) Conexão dos cabos de ancoragem direcionais aos suportes flutuantes — A conexão dos cabos de ancoragem direcionais aos suportes flutuantes pode ser feita através dos engates machos das vigas normais mais externas sobre o flutuador ou mesmo através das ábitas da secção de extremidade da travessa de sela situada no lado do suporte

voltado para a margem da qual provém o cabo direcional. Devem ser conectados aos suportes flutuantes previstos no planejamento, através das tabelas 2,3 a 2,8.

(5) Tesamento inicial dos cabos de ancoragem direcionais — Os cabos de ancoragem direcionais não são tesados por ocasião de sua instalação: são apenas parcialmente esticados de modo a não submergirem, previnindo o arrastamento.

(6) Tesamento final simétrico e simultâneo dos cabos de ancoragem direcionais — Após o fechamento da ponte, os cabos de ancoragem direcionais são tesados simultânea e simetricamente, garantindo o alinhamento do eixo. Durante este tesemento deve haver um controle visual, de modo a garantir uma manobra equilibrada e uma seqüência racional.

d. **Operações complementares de inspeção e ajuste** — Antes da abertura ao tráfego, todos os elementos do sistema (pontos de ancoragem, ligações de cabos, etc.) devem ser vistoriados, sendo efetuados pequenos ajustes e correções que se façam necessários.

2-10. SISTEMAS DE ANCORAGEM POR ÂNCORAS

A montagem de sistemas de ancoragem por âncoras é simultânea com a montagem da ponte. O procedimento é simples, e, uma boa orientação, pode ser obtida no manual T 5-270.

a. **Instalação dos cabos de amarração** — A instalação dos cabos de amarração é idêntica à definida para os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais.

b. **Instalação das âncoras** (com seus respectivos cabos de âncora)

(1) Transferência da âncora e do cabo de âncora do tombadilho do suporte flutuante a ser ancorado, para a embarcação de manobra — Os suportes flutuantes isolados ou as partes constituintes da ponte são aparelhados com a âncora de equipagem (ou outras âncoras leves), preparada com o cabo de âncora, depositada sobre o seu tombadilho (sobre a sela). Quando o suporte ou a parte chegarem ao seu local de conexão com a ponte, a âncora e o cabo de âncora são entregues a um bote que efetua o lançamento. No caso de âncoras pesadas (como painéis Bailey,

por exemplo), elas devem ser transportadas diretamente da margem pela embarcação de manobra ou bote auxiliar que as irá lançar.

(2) Navegação até o local de instalação da âncora — O bote que deverá instalar a âncora, desloca-se até uma distância aproximadamente de 50 m do flutuador, à montante ou à jusante, conforme o caso.

(3) Lançamento da âncora — As âncoras de equipagem (ou outras âncoras leves) devem ser lançadas de modo que a pata se crave perpendicularmente ao leito do curso da água. O cepo impede que ela se fixe inclinadamente, o que diminuiria a eficácia de retenção da ancoragem.

(4) Teste da âncora — A âncora cravada no leito de um curso de água, deve ser testada antes de utilizada no sistema de ancoragem. O teste consiste no tracionamento do cabo de âncora por uma embarcação de manobra de 27' (9m), operando a 2000 rpm, a favor da corrente. A âncora é aceita se suportar este esforço. Caso contrário deverá ser levantada e relançada noutro local próximo, e novamente testada.

(5) Estiramento do cabo de âncora até o flutuador ao qual será conectado — Após o teste da âncora, o bote leva a extremidade livre do cabo de âncora até o suporte flutuador, ao qual será conectado.

(6) Conexão do cabo de âncora ao suporte flutuante-Existem duas maneiras de conectar o cabo de âncora ao suporte flutuante: uma delas é através de laços de nylon; a outra é através das ábitas da secção de extremidade da travessa de sela.

(7) Tesamento do cabo de âncora — Após a conexão, os cabos de âncora são tesados paulatinamente, de modo a manterem a ponte no seu eixo longitudinal.

(8) Operações complementares de inspeção e ajustamento — Antes da ponte ser aberta ao tráfego, devem ser vistoriados os elementos do sistema de ancoragem de modo que sejam efetuados ajustes nos nós, tesamento ou solecamentos.

2.11. SISTEMAS DE ANCORAGEM POR CABO(S)— GUIA

Os sistemas de ancoragem por cabo(s) — guia são de montagem minuciosa e requerem para tanto, um estudo mais cuidadoso da interdependência entre as suas operacões.

a. Instalação dos cabos de amarração — A instalação dos cabos de amarração é idêntica à definida para os sistemas de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais.

b. Instalação das torres de ancoragem —

(1) Locação das torres de ancoragem — A posição das torres de ancoragem deve ser demarcada no terreno com uma trena, conforme o cálculo de coordenadas efetuado no planejamento. A partir do futuro eixo longitudinal da ponte, é locado um ponto a uma distância DTM da margem; a partir dele é levantada uma perpendicular sobre a qual é medida a distância DTE, ao final da qual deverá situar-se a torre (processo idêntico para ambas as margens).

(2) Preparação do solo dos locais e instalação das bases das torres de ancoragem — As soleiras das torres de ancoragem devem ser niveladas e compactadas. Ao mesmo tempo, deverão ser protegidas contra erosão e desbarrancamento, por meio de sacos de areia ou rochas. Só então, as bases das torres são ancoradas nos pontos locados. Elas devem ser semi-soterradas e fixadas ao solo com estacas metálicas que passam pelos furos na chapa horizontal. No caso de terrenos menos resistentes, uma tela metálica pode ser colocada sob a base, de modo a impedir o cedimento excessivo.

(3) Montagem das torres de ancoragem —

(a) As torres de ancoragem de equipagem devem ser montadas deitadas sobre o solo, em direção à margem. À base (já instalada) deve ser conectado o fixador, (armação dobradiça) e, ao fixador, a articulação da torre de ancoragem (unidade pivotante). Estas conexões são feitas por meio de pinos introduzidos nos orifícios existentes em cada lado do fixador,

(b) Podem então ser conectados à articulação (unidade pivotante) o número necessário de secções de torre (e ou implementos de torre) previstos no planejamento. Estas conexões são realizadas por meio de pinos solidários a esses elementos.

(c) Estando a torre com o comprimento desejado, a cúpula pode ser conectada por meio de dois pinos situados nas suas laterais, idênticos aos contidos nas secções de torre e nos implementos. No caso de torres de ancoragem expeditas, construídas com painéis Bailey, a mon-

tagem é feita já na posição vertical, requerendo para tanto, a disponibilidade de um guincho ou guindaste. A união dos painéis da torre com a base (de madeira ou também de painéis) é feita por meio de braçadeiras ou dispositivos semelhantes, de maneira a enrijecer seguramente a conexão. As secções de painéis são unidas por parafusos em forma de "U" colocados em cada canto dos painéis. Também podem ser utilizadas cantoneiras Bailey (TSBB.565).

(d) Cumprindo as funções de cúpula são utilizadas armações metálicas colocadas no topo da "torre Bailey", e que sustentam roldanas que apoiam o cabo-guia. A conexão desta roldana à armação metálica é feita por meio de uma "cruzeta" de barras de aço de 1 1/2" (38,1 mm). Para maiores detalhes sobre as "torres Bailey", consultar o manual Bailey e Uniflote.

(4) Preparação dos pontos de ancoragem dos estais das torres de ancoragem — Tão logo estejam locadas as torres de ancoragem, os pontos de ancoragem dos estais devem ser preparados e montados de antemão. A sua localização deve ser tal, que os estais não fiquem em posições que possam atrapalhar o(s)cabo(s)-guia, ao mesmo tempo que a ruptura de um, não implique na má atuação dos outros.

(5) Fixação dos estais às torres de ancoragem — Tão logo esteja concluída a montagem da torres (deitada sobre o solo), os estais devem ser conectados à cúpula, através das alças existentes nas abas situadas no canto de sua base quadrada. No caso de torres com mais de 4 secções, é conveniente a utilização de estaiamento em duas camadas.

(6) Ereção das torres de ancoragem — As torres de ancoragem devem ser erguidas somente após os estais estarem a elas conectados, o cabo guia encaixado na canaleta das cúpulas ou no implemento de torre e os tirantes estarem conectados a este(s) cabo(s)-guia. No caso de torres baixas (menos de duas secções de torres), a ereção pode ser feita por força braçal; torres médias (até quatro secções de torre) podem ser erigidas por meio de veículos sobre rodas ou lagartas, providos de guincho tracionando em direção oposta à margem. Para torres altas (mais de quatro secções), deve ser estudado um método mais cauteloso para esta operação. Em todos os três casos acima citados, os estais também ajudam a controlar a ereção das torres.

(7) Ancoragem e tesamento dos estais das torres de ancoragem — Tão logo as torres estejam erigidas, os estais (pré-instalados) devem

ser ancorados nos seus respectivos pontos de ancoragem (preparados previamente) e tesados simultaneamente. Ao final deste tesamento, as torres devem estar perfeitamente verticais e rígidas. Em qualquer caso, os fixadores podem ser removidos após as torres estarem estaiadas.

c. **Instalação dos pontos de ancoragem do (s) cabo(s)-guia** - Os pontos de ancoragem devem ser locados conforme as coordenadas lineares e angulares, pré-determinadas no planejamento, tão logo os locais das torres de ancoragem estiverem definidos. A construção dos pontos de ancoragem deve obedecer aos projetos idealizados ao nível de planejamento, evidentemente ajustados às situações eventuais que possam ocorrer durante a montagem. Outrossim, os pontos de ancoragem devem ser protegidos contra a erosão e o desmoronamento por meio de pedras ou sacos de areia.

d. **Instalação do suporte flutuante do(s)cabo(s)-guia**-O suporte flutuante deve ser construído na margem, de acordo com as especificações apresentadas na descrição do sistema. É então rebocado até à sua posição inicial no eixo das torres de ancoragem, onde recebe uma ancoragem provisória. Esta operação pode ser realizada tão logo estejam definidos os locais das torres de ancoragem. Ao final da montagem de todo o sistema, após a regulagem da flecha horizontal final, o suporte flutuante deve ser ancorado definitivamente.

e. **Instalação do (s) cabo(s)-guia**

(1) Ancoragem do(s)cabo(s)-guia ao ponto de ancoragem da segunda margem — Uma embarcação auxiliar vai até a segunda margem com uma bobina contendo o cabo-guia enrolado. Entrega uma extremidade do cabo-guia ao pessoal de montagem lá estacionado, o qual realiza a sua ancoragem no seu respectivo ponto de ancoragem (construído de antemão). Um outro processo pode ser o desenrolamento da bobina, fixa no solo da 1a. margem, simplesmente puxando uma extremidade do cabo através do vão e fixando-a na 2a. margem.

(2) Estiramento do(s) cabo(s)- guia da 2a. para a 1a. margem—Tão logo esteja instalado o suporte flutuante (se for o caso), construídos os pontos de ancoragem do(s) cabo(s)-guia, e este já conectado ao ponto de ancoragem de segunda margem, ele pode ser estendido através do vão, sendo colocado já sobre o seu respectivo suporte flutuante (se for o caso). Para isso, devem ser utilizadas embarcações providas de dispositivos (bobinas, carretilhas, etc.) para desenrolar cabos.

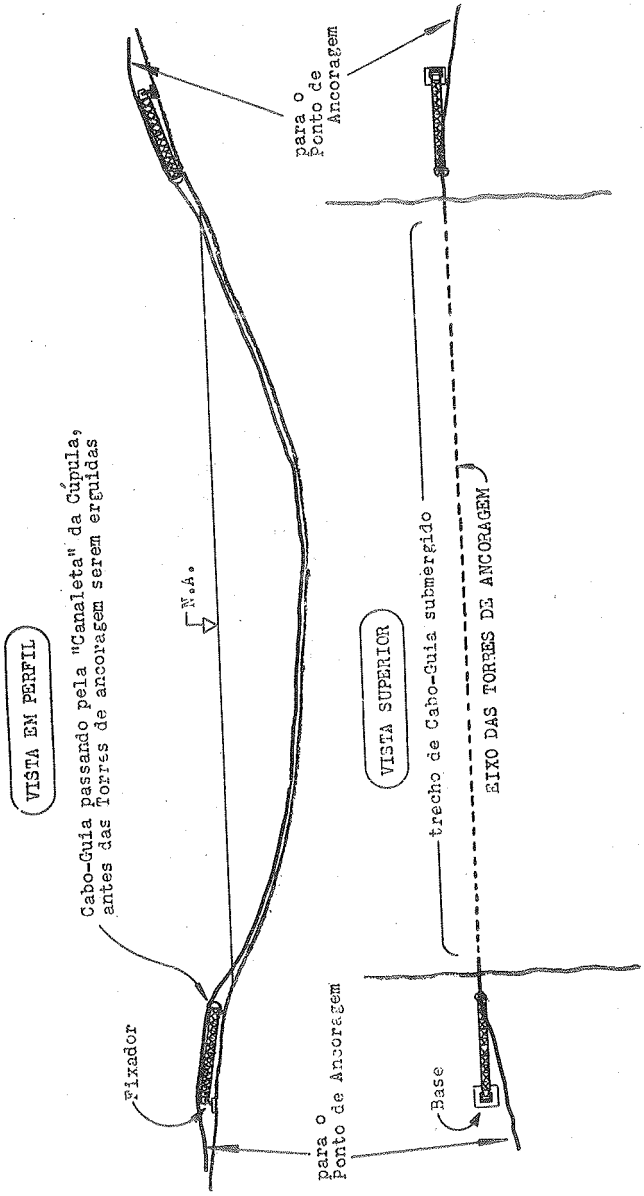


Figura 2-29. Detalhe esquemático do Cabo-Guia colocado nas "Canaletas" das Cúpulas das Torres de Ancoragem, antes desses serem erguidas.

(3) Colocação do(s)cabos(s)-guia nas "canaletas" das cúpulas — Já com ambas as extremidades nas margens, porém ainda no chão, o cabo(s)-guia é colocado sobre as canaletas das cúpulas que o irão apoiar.

(4) Regulagem da flecha inicial do cabo(s)-guia — Tão logo estejam erguidas e instaladas as torres de ancoragem, o cabo(s)-guia colocado nas canaletas das cúpulas e os tirantes a ele conectados, (porém soltos na outra extremidade), o(s)cabo(s)-guia são tesados até que a sua flecha vertical inicial (FVI) corresponda à prevista no planejamento. Esta flecha pode ser assinalada e medida por meio de 2 marcas situadas nas torres de ancoragem, através das quais são efetuadas visadas de ajuste. Estas marcas são localizadas a uma distância da cúpula igual à prevista para a referida flecha vertical inicial. Finalizando, é importante salientar que, para o tesamento do(s) cabo(s)-guia, podem ser utilizados veículos sobre rodas ou lagartas ou até mesmo viaturas tratoras. O tesamento é efetuado lentamente até ser atingida e comprovada a flecha vertical inicial prevista.

(5) Ancoragem do(s)cabo(s)-guia ao ponto de ancoragem de primeira margem — Após a regulagem da flecha vertical inicial, a extremidade de 1a. margem é ancorada ao seu respectivo ponto de ancoragem.

f. Instalação dos tirantes

(1) Conexão dos tirantes ao(s) cabo(s)-guia — Quando o cabo(s)-guia já estiver estendido, porém as torres não erguidas, os tirantes são a ele conectados o(s)cabo(s)-guia está sobre o solo), cada um por meio de seu respectivo trole. Isto num local próximo às torres de ancoragem, nas margens.

(2) Espalhamento dos tirantes ao longo do(s)cabo(s)-guia — Tão logo esteja regulada a flecha vertical do cabo guia, os tirantes são espalhados ao longo do vão por meio de um bote auxiliar, ficando pendurados à espera de seus respectivos suportes flutuantes.

(3) Conexão dos tirantes aos seus respectivos suportes flutuantes — À medida que os suportes vão sendo incorporados à ponte, vão também sendo conectados aos seus respectivos tirantes através dos laços que carregam desde a margem. O tirante possui uma de suas extremidades presa ao laço, vai até o trole e volta ao mesmo suporte flutuante, ao qual é ancorado.

(4) Tesamento dos tirantes — Toda vez que um suporte flutuante é ligado ao seu respectivo tirante, este deve ser tesado de acordo com as necessidades requeridas por uma maior ou menor correnteza, procurando sempre manter o eixo longitudinal da ponte perfeitamente alinhado.

g. Operações complementares de inspeção e ajustamento.

(1) Verificações no(s)cabo(s)-guia-Quanto ao(s)cabo(s)-guia, após ter sido posto em carga, os clipes (ou grampos) devem ser reapertados para compensar qualquer decréscimo no diâmetro do cabo, causado pelo carregamento e para assegurar uma igual distribuição de solicitações.

(2) Verificação da flecha horizontal final do(s)cabo(s)-guia- O valor da flecha horizontal final deve ser regulado e mantido tão próximo quanto possível ao valor calculado no planejamento.

(3) Ajustamento da ancoragem do suporte flutuante do(s)cabo(s)-guia — Após verificada a flecha horizontal final, o suporte flutuante deve ser ancorado definitivamente, exatamente no local da linha da flecha.

(4) Inspeção dos diversos elementos do sistema — Antes da abertura da ponte ao tráfego, todo o sistema deve ser inspecionado minuciosamente quanto aos tirantes, estais de torres, ancoragens, ligações de cabos, clipes (ou grampos) etc.

2.12. SISTEMAS DE ANCORAGEM EXPEDITOS

A montagem dos sistemas de ancoragem expeditos não pode ser explanada tão pormenorizadamente como a dos sistemas já abordados, porque é irredutível a normas de caráter rígido e quase totalmente imprevisíveis. Entretanto, sempre que possível, deve ser tentado um estudo preliminar destas montagens, visando aperfeiçoá-las antes de levá-las a cabo. Mais do que nunca, é aqui necessária a exteriorização plena da capacidade de improvisação por parte dos responsáveis pela montagem do sistema de ancoragem, sem esquecer as normas regidas pelo bom senso técnico.

2.13. SISTEMAS DE ANCORAGEM COMBINADOS

A montagem de sistemas de ancoragem combinados constitui-se em superposição e combinação das operações unitárias utilizadas nos sistemas individuais, que formam este sistema combinado.

CAPÍTULO 3

MANUTENÇÃO

ARTIGO I

MANUTENÇÃO DA PONTE M4T6

3-1. CUIDADOS

a. O material de equipagem M4T6 é constituído por numerosos componentes que cuprem diferentes funções. Tais componentes são bastante enriquecidos em detalhes estruturais e funcionais, e é lógico supor que exista probabilidade de dano em alguns elementos, o que, evidentemente, implica num rebaixamento do nível de confiabilidade do equipamento, quando em operação. Em virtude disto, decorre imperiosa necessidade de controle minucioso dos materiais e equipamentos, ao mesmo tempo que são realçadas algumas normas técnicas pertinentes as partes que deverão sofrer maior inspeção. A manutenção dos componentes, tanto da equipagem como do conjunto de montagem, quando estocados, é análoga à dos componentes de outras equipagens. No entanto, alguns equipamentos, que fazem parte da equipagem M4T6, necessitam de uma melhor referência para as consultas às normas de manutenção que se façam necessárias, além das já estabelecidas em diversas oportunidades no Manual T 5-505. Estes equipamentos são os indicados abaixo:

(1) Compressor de ar:
consultar o TM 5-4310-270-15 e o TM 5-2805-208-14

(2) Talha de alavanca:
consultar o "Maintenance and Instruction Manual for the Conffing Super Power Coil Chain Ratchet Lever Hoist (Duff-Norton Company)"

b. O ineditismo do material pneumático, considerando sua matéria prima, acarreta a necessidade de cuidados especiais em termos de armazenamento. Os meios flutuadores e roletes de lançamento, após a utilização, deverão ser lavados com jatos de água limpa e secados à sombra, em locais ventilados. Antes da dobragem e armazenamento, deverão ser pulverizados com talco industrial.

c. O material metálico, após a utilização sob condições adversas, deve ser lavado e secado ao sol forte. Se os componentes apresentarem indícios de oxidação ou forem submetidos a longos períodos de utilização, devem ser lixados com jatos de areia e repintados convenientemente.

d. Uma orientação para a manutenção de outros materiais e equipamentos pode ser obtida através do manual T 5-505.

3-2. PLANEJAMENTO

a. **Materiais e equipamentos** — Diversos materiais e equipamentos, tanto da equipagem como do conjunto de montagem e de origem diversa, devem estar em disponibilidade para permitir tarefas de manutenção. As quantidades são estimadas e arbitradas pelo comandante do destacamento de manutenção.

b. **Pessoal**

(1) A missão de realizar a manutenção permanente, tanto preventiva como corretiva, das pontes, portadas ou sistemas de ancoragem, é sempre confiada a um oficial de engenharia, comandando efetivos variáveis, dependendo do meio de transposição montado. Para pontes flutuantes é sugerido um mínimo de um pelotão de engenharia.

ATENÇÃO

Existe uma infinidade de agentes, naturais ou artificiais, físicos ou químicos, que podem danificar ou inutilizar os componentes da equipagem M4T6 e que deverão ser considerados no planejamento. No entanto, aqui só serão abordados os que têm influência direta sobre os materiais em operação. É conveniente instalar P O à montante (alguns km), para que enviem informes sobre as variações perceptíveis nas condições do curso de água. A seguir, são descritos os fenômenos mais comuns, que podem contribuir para a danificação dos componentes e comprometer a segurança do sistema, estrutural ou ancorador, em utilização.

— **Efeito de entulhos**
Os entulhos carregados pela correnteza têm efeitos danosos sobre os suportes flutuantes das pontes e portadas. Podem perfurar ou mesmo rasgar o neopreno, ao mesmo tempo que sua acumulação, à montante da ponte, ocasiona uma retenção do fluxo de água superficial, forçando em demasia a estrutura.

— **Efeito do gelo**
O gelo age da mesma forma que os entulhos, porém, sua remoção é mais difícil, principalmente quando não realizada no início da acumulação.

Efeito da variação do nível da água
A elevação do nível da água redunda, em geral, num aumento da velocidade da correnteza. Isso ocasiona uma redução na classe das pontes ou das portadas, além de colocar estas estruturas e seus sistemas de ancoragem sob cargas de trabalho superiores às previstas no projeto. Por outro lado, paralelamente à elevação do nível da água, ocorre o incremento bastante significativo na largura do vão, havendo necessidade de previsão da construção de uma ponte mista.

— **Efeito do tráfego**
O movimento contínuo de veículos pesados pode ocasionar vibrações violentas, levando peças ou conexões vitais, a um regime de rápido desgaste e fadigamento. Os pontos mais castigados são os encontros e as rampas, que recebem as cargas de impacto horizontal das rodas ou lagartas dos veículos. Os sistemas de ancoragem também vão perdendo gradativamente a sua eficiência, necessitando ajustes periódicos.

(2) Além do tamanho da ponte, portada ou sistema de ancoragem, outro fator influenciante no dimensionamento do efetivo necessário para a manutenção é a sua utilização em condições críticas, como: enchentes, cheias de entulhos ou gelo, ou a sua maior ou menor importância tática. Os deveres do destacamento de manutenção são os abaixos discriminados:

(a) Aconselhar o pessoal que controla o tráfego no tocante à travessia dos veículos de classificação desconhecida (classe, tonelagem, dimensões, etc.);

(b) Indicar, através de tabuletas, a nova classe da ponte ou portada, em conseqüência das variações sensíveis na correnteza e no nível da água;

(c) Notificar a mudança de classe ao comando mediato;

(d) Inspecionar todas as partes das pontes e portadas: suportes, tabuleiro, partes em balanço, encontros, cavaletes, e ainda os sistemas de ancoragem, as vias de acesso, etc., mantendo o meio de transposição em condições perfeitas e seguras de travessia de veículos;

(e) Dirigir o tráfego, enquanto o "destacamento de controle do tráfego" estiver ausente;

(f) Efetuar reparos nos componentes danificados, substituindo-os quando necessário;

(g) Remover os materiais estranhos que se alojarem junto à ponte ou portada (entulho, gelo, etc.).

3-3. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DAS PORTADAS, PONTES E SISTEMAS DE ANCORAGEM

A manutenção preventiva visa garantir a continuidade do funcionamento e da operação das pontes, portadas e sistemas de ancoragem, afastando as possibilidades de dano que porventura possam ocorrer. Efetuando operações simples, tais como ajustes, correções, reforçamentos e consertos, a manutenção preventiva visa impedir a variação das classes das pontes e portadas ou manter o índice de segurança dos sistemas de ancoragem. Cumpre esclarecer que este tipo de manutenção é realizado desde a conclusão da montagem do meio de transposição, até o início da desmontagem, estando ou não em utilização.

a. Portadas

(1) Manutenção preventiva dos suportes flutuantes — Os flutuadores pneumáticos devem ser inspecionados frequentemente, já que se destacam como elementos fundamentais do desempenho operacional das pontes e portadas. O enfraquecimento de um suporte flutuante condicionará a capacidade das portadas aos seus novos parâmetros debilitados. Dentre os quesitos levantados, está a pressão do ar contido nos flutuadores, que varia com a temperatura ambiental. De acordo com a medição periódica, deverá ser injetado mais ar ou ser procedida uma deflação, de modo a manter a referida pressão, rigorosamente, no entorno de 2psi (0,14 kg/cm^2).

(a) Por outro lado, a existência de entulhos, na proa e no espaço entre os flutuadores, poderá redundar em danificação séria, havendo a possibilidade do flutuador ser perfurado ou rasgado. Isto implica numa semi-submersão do suporte flutuante e consequente interdição temporária do tráfego. Em última análise, estes entulhos deverão ser removidos continuamente.

(b) Da mesma forma, o acúmulo de gelo nestes locais, apresenta o mesmo grau de periculosidade, já que, usualmente, os fragmentos do gelo contêm arestas cortantes ou perfurantes. Os croques poderão ser utilizados na sua fragmentação e remoção imediata.

(c) Um problema muito comum é o que surge quando ocorre um acréscimo na velocidade da corrente, diminuindo as classes das portadas, quando serão tomadas rigorosas precauções para o controle de tráfego, de modo a selecionar os veículos que podem transpor o curso de água.

(d) Outro problema, bastante frequente, é o que ocorre nas transposições de cursos de água com margens espraiadas, onde o fundo dos flutuadores mais próximos a elas ficam encalhados, tornando-se passíveis de danificação, a menos que convenientemente protegidos.

(e) Como proteção, podem ser fixados, sob o fundo de tais flutuadores, 3 pranchões de madeira, convenientemente dimensionados, de modo a protegerem toda a sua extensão (O Manual T 5-271 apresenta um modelo de proteção). Uma outra solução, seria a construção de trapiches expeditos ou a montagem de um trecho fixo até o local em que o calado seja suficiente.

(2) Manutenção preventiva do tabuleiro — Em geral, o vigamento do tabuleiro não apresenta problemas, a não ser em casos extremos de quebra (por mau trato, batidas, etc). O destacamento de manutenção deve dar atenção especial às conexões das vigas nas travessas de enrijecimento, bem como aos pinos de aço qué realizam sua ligação.

(3) Manutenção preventiva do sistema propulsor — Os componentes do sistema propulsor devem sempre estar em perfeitas condições de funcionamento, porque ocorrendo uma falha qualquer, pode vir a comprometer a conclusão de uma travessia. Os suportes dos motores de popa (no caso de ser este, o tipo de propulsão empregado) e os adaptadores de seus suportes, cujo pino de fixação à prolonga pode afrouxar-se com a vibração do motor, devem ser vistoriados periodicamente. As placas verticais dos suportes devem ser reguladas para cada carregamento, de modo a obter o melhor rendimento dos motores de popa. Os motores de popa devem ser constantemente inspecionados e regulados para que possam funcionar perfeitamente. Para a sua manutenção, devem ser consultados manuais especializados.

b. Pontes

(1) Manutenção preventiva dos suportes flutuantes — Tudo que foi explanado sobre a manutenção preventiva para os suportes flutuantes das portadas é aplicável aos suportes flutuantes das pontes. Entretanto, as pontes, por serem meios de transposição contínuos, agem como se fossem verdadeiras barragens ao fluxo do curso da água. No caso de elevação do nível da água e do consequente aumento da velocidade da correnteza, a classe das pontes fica reduzida. Nestas condições, alguns suportes flutuantes intercalados deverão ser retirados de seus lugares para reduzir a área de pressão frontal, sendo recolocados quando as condições agressivas do rio se atenuarem. Nesse período, o tráfego sobre a ponte, é interrompido. Outra solução para o problema é o uso de cavaletes para elevar as partes em balanço e renivelar, em cota compatível com os encontros, o tabuleiro da parte flutuante propriamente dita. Como solução extrema, excetuando a desmontagem às pressas da estrutura, pode ser feita uma conversão da ponte para uma das margens, após o que, é rigorosamente ancorada junto a ela. Quanto ao problema de margens rasas, uma solução poderá ser a construção de um trecho de ponte sobre cavaletes, até o ponto onde haja calado adequado para os suportes flutuantes da parte de margem. Outra solução seria o aterro dessas partes rasas.

(2) Manutenção preventiva do tabuleiro — É idêntica à manutenção preventiva do tabuleiro das portadas.

(3) Manutencão preventiva de cavaletes

(a) Nas pontes onde se empregam cavaletes, deve ser dada uma atenção especial aos seguintes aspectos:

— não permitir deslocamentos das sapatas ou das pernas dos cavaletes;

— manter o contraventamento fixo e seguro;

— fixar os piquetes das placas de ancoragem do estaiamento das pernas rigidamente ao solo;

— manter o nível do chapéu do cavalete, ajustando-o à medida que se processa o cedimento das sapatas (enquanto o nível do chapéu estiver sendo ajustado, o tráfego deve ser interrompido).

(b) Os cavaletes apresentam uma certa tendência ao deslizamento e à inclinação lateral, ocasionando o afrouxamento do contraventamento. Quando isto ocorrer, devem ser novamente fixados e ajustados às novas condições de deformação. Em alguns casos, torna-se necessária a inclusão de contraventamentos adicionais, após um primeiro carregamento pesado. As braçadeiras de contraventamento devem ser ajustadas e tesadas para compensar o encurvamento (flambagem) causado pelo primeiro carregamento. Para complementar, quando os cavaletes forem utilizados em lances fixos, ou como suportes rasos, os chapéus e contraventamentos devem ser vistoriados, ajustados e tesados regularmente, antes e depois de travessias com risco.

(c) Manutenção preventiva de encontros — Os encontros devem ser vistoriados frequentemente e aquilatados seus cedimentos e deformações, a fim de serem providenciadas as soluções corretivas. Em princípio, a soleira do encontro (de pranchões) deve estar tão nivelada quanto possível (o que pode ser verificado com níveis de bolha). Por sua vez, os dormentes metálicos devem estar fortemente fixados com estacas metálicas, de modo a não sofrerem deslocamentos laterais e longitudinais. Os encontros podem ser fortalecidos com revestimentos de pedras ou sacos de areia, de modo a não serem corroídos pela correnteza, em uma eventual elevação do nível da água.

c. Sistemas de ancoragem

Como normas gerais para a manutenção dos sistemas de ancora-

gem destacam-se os cuidados com os cabos (direcionais, de amarração, de âncoras ou guias), que devem ser inspecionados e ajustados continuamente (com talhas, manualmente, ou outros meios), a fim de que, com o tracionamento adequado, mantenham o eixo da ponte sem deflexões perigosas. Ao mesmo tempo, os clipes devem ser reapertados e as sapatilhas vistoriadas, quanto ao desempenho correto de sua função. Por outro lado, os pontos de ancoragem devem ser inspecionados regularmente, após qualquer reajuste dos cabos, para que seja constatada a sua rigidez e perfeito funcionamento dentro dos limites previstos no projeto. Estas vistorias devem ser realizadas sempre que houver variações perceptíveis no nível da água e na velocidade da correnteza.

(1) Manutenção preventiva dos cabos de amarração — Os cabos de amarração devem ser verificados periodicamente. Caso necessário, devem ser tesados simultaneamente por meio de talhas de alavanca.

(2) Manutenção preventiva dos cabos de ancoragem direcionais — Além do emprego do processo acima descrito, os cabos de ancoragem direcionais devem ser observados continuamente, e impedidos de submergir (para evitar o efeito de arrastamento). Em situações críticas, eles podem ser erguidos com estruturas em forma de "A" ou mesmo com suportes flutuantes (estes suportes em "A" ou flutuantes são também utilizados em cabos muito extensos).

(3) Man tenção dos cabos de âncora e âncoras — É de suma importância manter a tensão nos cabos de âncora. Por isso, eles devem ser vistoriados com certa regularidade e, tão logo constatada a sua inoperância, devem ser relançados ou substituídos.

(4) Manutenção preventiva dos componentes dos sistemas de ancoragem por cabo (s)-guia — Todos os elementos destes sistemas de ancoragem devem ser vistoriados periodicamente. O ajuste dos tirantes (tesamento ou solecamento) é importantíssimo para manter a ponte alinhada. A flexa horizontal final deve ser mantida entre 3% e 8% (dependendo da velocidade da correnteza e do tipo de ponte) da distância entre as torres de ancoragem. Como particularidade, as cúpulas das torres devem ser mantidas abundantemente engraxadas, de modo a servirem apenas como apoio do cabo guia e não como fonte de atrito que auxilie sua retenção. As bases das torres e dos pontos de ancoragem dos estais e do cabo guia devem ser protegidos contra a erosão, no caso de uma elevação do nível da água.

3-4. MANUTENÇÃO CORRETIVA EM GERAL

a. A manutenção corretiva é de suma importância, pois destina-se, não só a manter o sistema de transposição em operação, como também reconstruí-lo quando necessário. Quanto aos materiais e equipamentos, além dos referidos anteriormente, é também utilizado o de equipagem, componente da estrutura propriamente dita. Portanto, deve haver previsão de reserva de equipagens (ou de componentes), para encarar uma necessidade de reconstrução. Esta previsão é função da importância tática da ponte, da resistência inimiga e da agressividade maior ou menor dos efeitos perturbadores. Quando necessário, o material deve ser reunido num local perto da ponte, devidamente camuflado. Normalmente, esta reserva deve ser de 25% do material empregado. Em casos de grande importância tática, pode chegar a 100% (eventualidade de destruição total). Neste parágrafo só serão abordados os casos mais críticos e comuns de substituição de peças ou partes de ponte.

b. Os suportes flutuantes podem receber pequenos reparos em operação, de modo a continuarem em serviço. As pequenas perfurações da película de neopreno podem ser reparadas com os tarugos de madeira que fazem parte do estojo de reparos de emergência, fornecido com cada flutuador. Se o dano tiver características mais sérias (sem solução com o material disponível no estojo de reparos de emergência ou mesmo com o estojo de reparos de equipagem), o suporte deve ser removido e outro instalado em seu lugar, sem necessidade de desconectar o vigamento do tabuleiro. O processo apresentado a seguir mostra como deve ser procedida esta substituição:

(1) Desconectar os pinos que unem as travessas de enrijecimento do suporte flutuante aos adaptadores de sela (não desligar a travessa de enrijecimento do vigamento do tabuleiro).

(2) Retirar o suporte flutuante avariado.

(3) Colocar um novo suporte (sem as travessas de enrijecimento) no espaço desocupado pelo suporte danificado. O suporte flutuante que entra na ponte não deve estar totalmente inflado.

(4) Completar a inflação do novo suporte flutuante, fixando as travessas de enrijecimento aos adaptadores de sela do novo suporte.

(5) Ajustar os cabos que ancoram o suporte flutuante.

c. Quanto aos tirantes, quando danificados, podem ser substituídos por outros cabos. Na vistoria, é verificada a necessidade de serem lançadas âncoras extras, que devem estar em disponibilidade, para o caso de rompimento do cabo de âncora em serviço, ou para o caso de arrastamento da âncora no leito do rio.

d. Os sinalizadores luminosos são substituídos quando pararem de trabalhar ou forem danificados.

CAPÍTULO 4

TRANSPORTE

ARTIGO I

GENERALIDADES

4-1. CARACTERÍSTICAS

As características do transporte do material da equipagem e do conjunto de montagem são de suma importância tática, já que uma melhor ou pior organização influi,efetivamente, na rapidez da movimentação para o estabelecimento de um meio de transposição. Sendo um fator primordial, o transporte deve ser planejado em detalhes, que vão desde a determinação precisa da quantidade de materiais e equipamentos a serem transportados, até o modo de colocação nas carrocerias das viaturas de transporte. A seqüência de carregamento é fator importante quando as peças são descarregadas e imediatamente utilizadas na montagem.

a. Níveis de pré-montagem — De um modo geral, os componentes de uma equipagem são transportados isolados (desconectados uns

dos outros), mas, sempre que possível, deve ser analisada a possibilidade de transporte de conjuntos de componentes ou até mesmo secções de pontes ou portadas já pré-montadas. Nesses casos, o tempo final de lançamento é consideravelmente reduzido. Porém, tornam-se necessários, na margem (onde as secções vão sendo conectadas umas às outras, formando as estruturas), equipamentos mais complexos, como guinchos, guindastes, etc. Esse transporte de pré-montados pode ser efetuado conforme as disponibilidades de viaturas reforçadas, reboques, basculantes, etc. Os meio-flutuadores podem ser transportados já conectados, inflados ou desinflados; as selas podem ser parcialmente montadas e transportadas isoladamente ou já conectadas aos flutuadores inflados; diversos arranjos e níveis de parcialidade de pré-montagem podem ser conseguidos, até a situação extrema (em termos práticos) do transporte de um suporte flutuante totalmente montado, inclusive com vigamento.

b. Transporte por via aérea — Por outro lado, cumpre salientar que a equipagem M4T6 também pode ser transportada por via aérea, sendo lançada através de diversos pára-quedas, diretamente sobre o local em que será montada.

c. Transporte dos flutuadores — No transporte de dois meios flutuadores conectados e desinflados, a barra de conexão não pode ser utilizada tal como ela é, pois isso ocasionaria problemas na dobragem. Torna-se necessário, então, o emprego de processos expeditos para a conexão dos dois meios-flutuadores:

(1) O primeiro processo consiste em cortar a barra de conexão em 3 secções: uma de 91cm (36") e duas de 64cm (25"). As correias superiores das popas dos meios flutuadores são conectadas antes de serem inflados. Estas 3 barras podem permanecer unindo os dois meios flutuadores inclusive, quando eles estiverem estocados. Com isso, não surgem dificuldades no manuseio ou no desenrolamento.

(2) Um segundo processo consiste na união dos meios flutuadores com uma corda de fibra de 1" (25,4 mm) de diâmetro, introduzida nas abas inferiores das popas, como se fosse uma verdadeira barra de conexão. Nesse caso, as correias superiores das popas devem ser afiveladas antes dos flutuadores serem inflados. Assim, o enrolamento e o transporte do conjunto não apresentam problemas sensíveis.

d. Transporte da sela pré-montada — À pré-montagem parcial da

sela dos suportes flutuantes só é recomendável quando houver um guincho disponível no canteiro de trabalho. Quanto ao restante do material para completar a sela, é transportado sobre ela, desconectado. A sela parcialmente montada é descarregada diretamente sobre os flutuadores já inflados na margem. As tabelas 4-1. e 4-2. apresentam os materiais constituintes de uma sela parcialmente montada, bem como componentes que são transportados sobre ela.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
Painel de sela	4
Secção central da travessa de sela	2
Adaptador de sela	2
Travessa de enrijecimento	2
Adaptador de rodapé	4
Barra fixadora (*)	2

Tabela 4-1. Componentes constituintes de uma sela pré-montada.

Observações:

(*) Elas são soldadas às mesas inferiores das secções da travessa de sela de modo a enrijecerem o conjunto, impedindo o deslizamento dos painéis (Figura 7-2).

e. Transporte da torre pré-montada — Complementando, uma torre de ancoragem é pré-montada quando alguns de seus elementos são conectados entre si, antes de serem transportados para a margem. Por exemplo, a cúpula e a articulação (unidade pivotante) são pré-fixadas às secções de torres (ou ao implemento da torre). A altura projetada para a torre de ancoragem é fator condicionante desse processo, pois, quando houver mais de duas secções, o transporte tornar-se-á desaconselhavél, ao mesmo tempo que dificultoso.

f. Maior nível de pré-montagem — O caso mais completo é aquele em que uma secção (de um flutuador — incluindo o tabuleiro) é transportada ao local de transposição sobre reboques basculantes para 7 ton, especializados, podendo ser lançada à água tão logo chegue à margem (Figura 1-54). Estas secções são montadas sobre roletes de lança-

mento que se encontram sobre o tabuleiro do reboque. No momento do lançamento, os roletes são inflados e o flutuador pode deslizar para a água.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
Barra de conexão	2
Painel de sela	2
Painel de prolonga	2
Secção de extremidade da travessa	4
Prolonga	4

Tabela 4-2. Relação dos componentes desconectados que são transportados sobre a sela parcialmente montada.

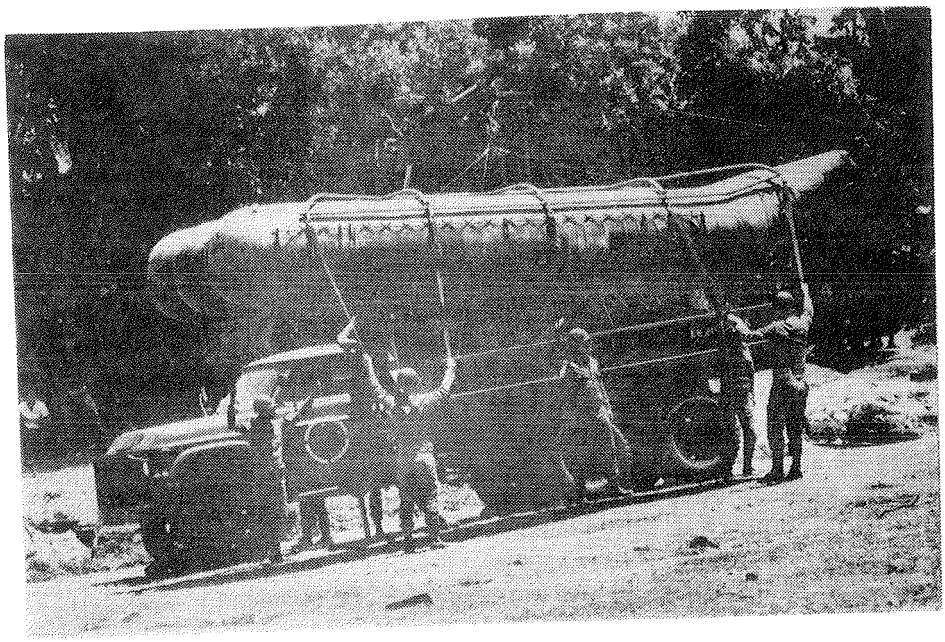


Figura 4-1.— Flutuador sendo transportado já inflado na caçamba de uma viatura (transporte improvisado).

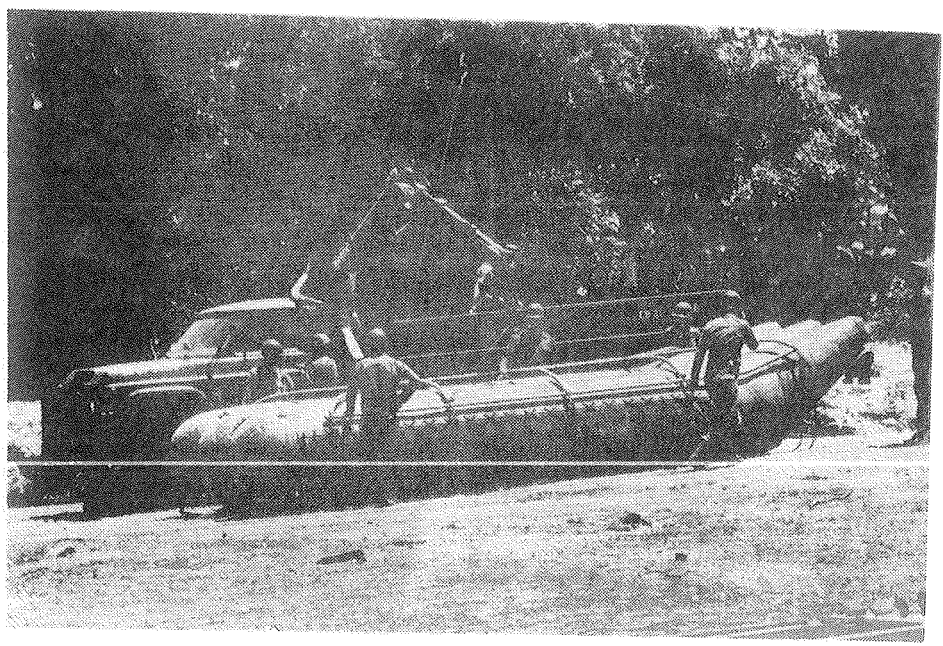


Figura 4-2.— As fotografias acima mostram aspectos do erguimento de um meio-flutuador inflado para sua colocação sobre a caçamba da viatura transportadora; observe-se o emprego do guincho e da grelha metálica auxiliando na operação (transporte e circunstância).

CAPÍTULO 5

CÁLCULO DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS DO SISTEMA DE ANCORAGEM

ARTIGO I

PONTOS DE ANCORAGEM

5-1. GENERALIDADES

O dimensionamento e até mesmo o planejamento de qualquer sistema de ancoragem engloba os projetos dos pontos de ancoragem. A ancoragem dos cabos de amarração, dos cabos direcionais de ancoragem, do(s) cabo (s) — guia e dos estais das torres de ancoragem deverá ser precedida da construção ou instalação, no terreno, dos respectivos pontos de ancoragem, convenientemente dimensionados; isto é, concordantes com as solicitações a que serão submetidos. Dos inúmeros pontos de ancoragem possíveis, só serão abordados dois tipos. O diagrama da figura 5-1 apresenta o esquema em que será desenvolvido o assunto. O texto é suscinto e serão apresentados, além das fórmulas genéricas, exemplos numéricos, no intuito de facilitar a assimilação do processo apresenta-

do. Quanto aos outros pontos de ancoragem, pode ser consultado o Manual T 5-725.

a. **Pontos de Ancoragem de Correntes de Ancoragem** — Caracterizam-se pela sua simplicidade de instalação, requerendo, além dos componentes da equipagem (correntes de ancoragem e estacas metálicas), um mínimo de ferramentas auxiliares. Através dos elos da corrente de ancoragem cravam-se estacas metálicas (em número de nove) rigidamente ao solo. Não deve haver folgas, isto é, os nove elos fixados não podem se mover quando solicitados bruscamente pelo cabo ancorado. Além disso, podem ser utilizadas várias correntes, ancorando um mesmo cabo.

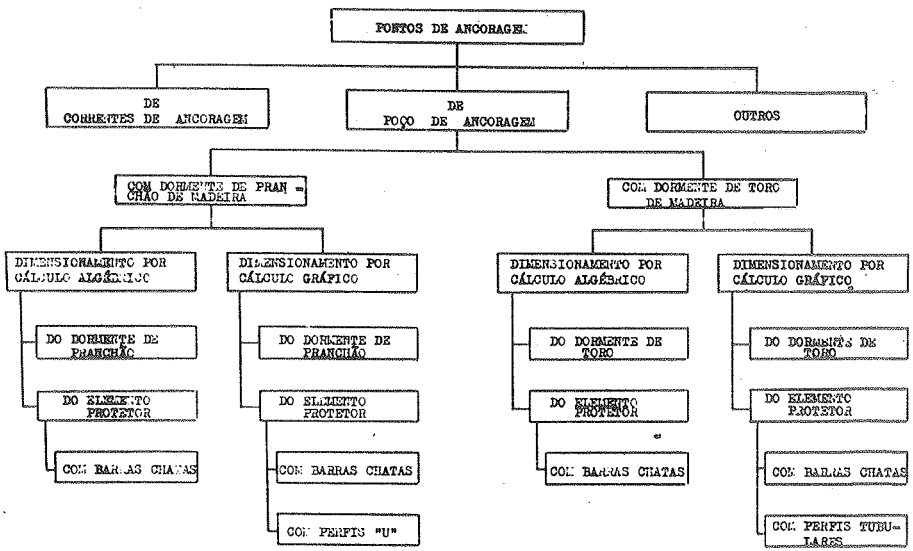


Figura 5-1. Esquema do desenvolvimento do assunto.

b. **Ponto de Ancoragem de Poço de Ancoragem** – Os poços de ancoragem caracterizam-se pela grande capacidade de ancoragem que possuem, podendo suportar cargas elevadas, em regime temporário. Por outro lado, exigem grandes escavações e preparação do terreno. Os tipos que serão abordados são apresentados pelas figuras 5-2 e 5-3.

(1) Poço de Ancoragem com dormente de pranchão de madeira.

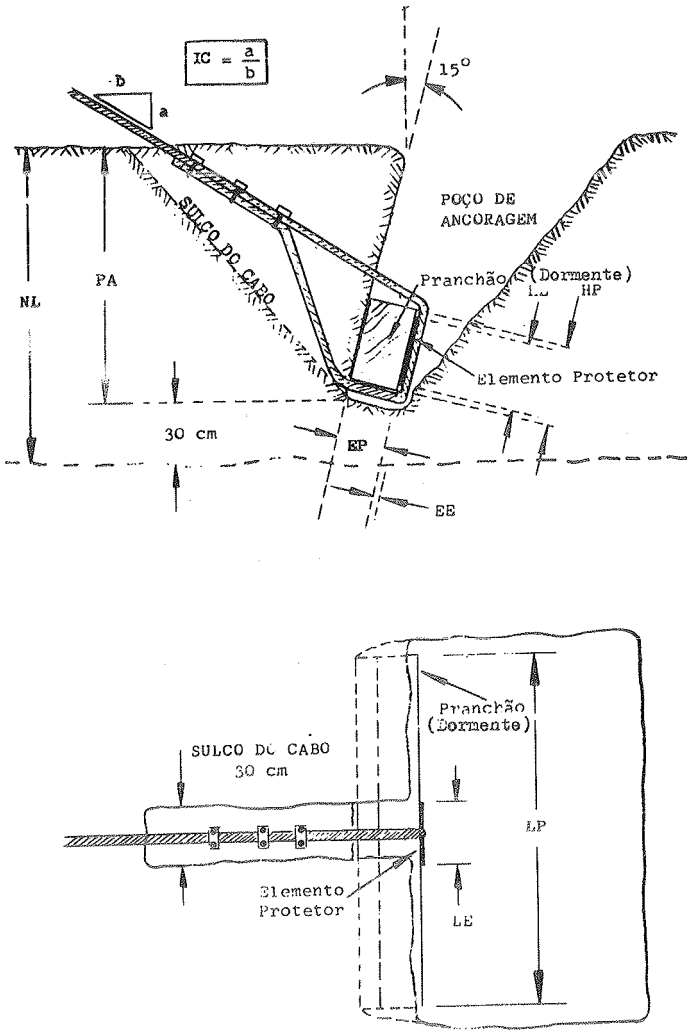


Figura 5-2. Poço de ancoragem com dormente de pranchão de madeira.

(a) Dimensionamento do dormente de pranchão de madeira, por cálculo algébrico.

– Definição dos parâmetros do cabo ancorado.

Por exemplo: Calcular as dimensões do dormente de pranchão de madeira, considerando que o cabo guia apresenta as características abaixo:

Diâmetro: 1" (25,4 mm);
Categoria e classificação: IPS, 6 x 19 com alma de fibra;
Inclinação de chegada ao solo: IC = 1/4

– Determinação da carga de ruptura do cabo ancorado.

Na Tabela 7-10: com diâmetro de 1" (25,4 mm)
IPS, 6 x 19 AF, temos: CR = 37.900 kgf.

– Definição das características do solo.

Tipo do solo: argiloso seco;
Nível do lençol freático: NL = 2,70 m.

– Determinação da profundidade de ancoragem.

$PA \leq NL - 0{,}30\ m$

Para NL = 2,70 m
PA = 2,40 m

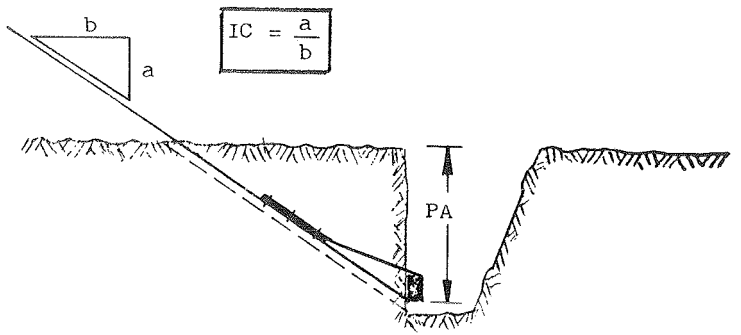
Adotando, por conveniência,
PA = 2,10 m

– Determinação do poder de retenção do solo. Para:

PA = 2,10 m
IC = 1/4

Solo argiloso seco.

Da tabela 5-1 ou do ábaco 5-1:
PR = 40.800 kg/m2



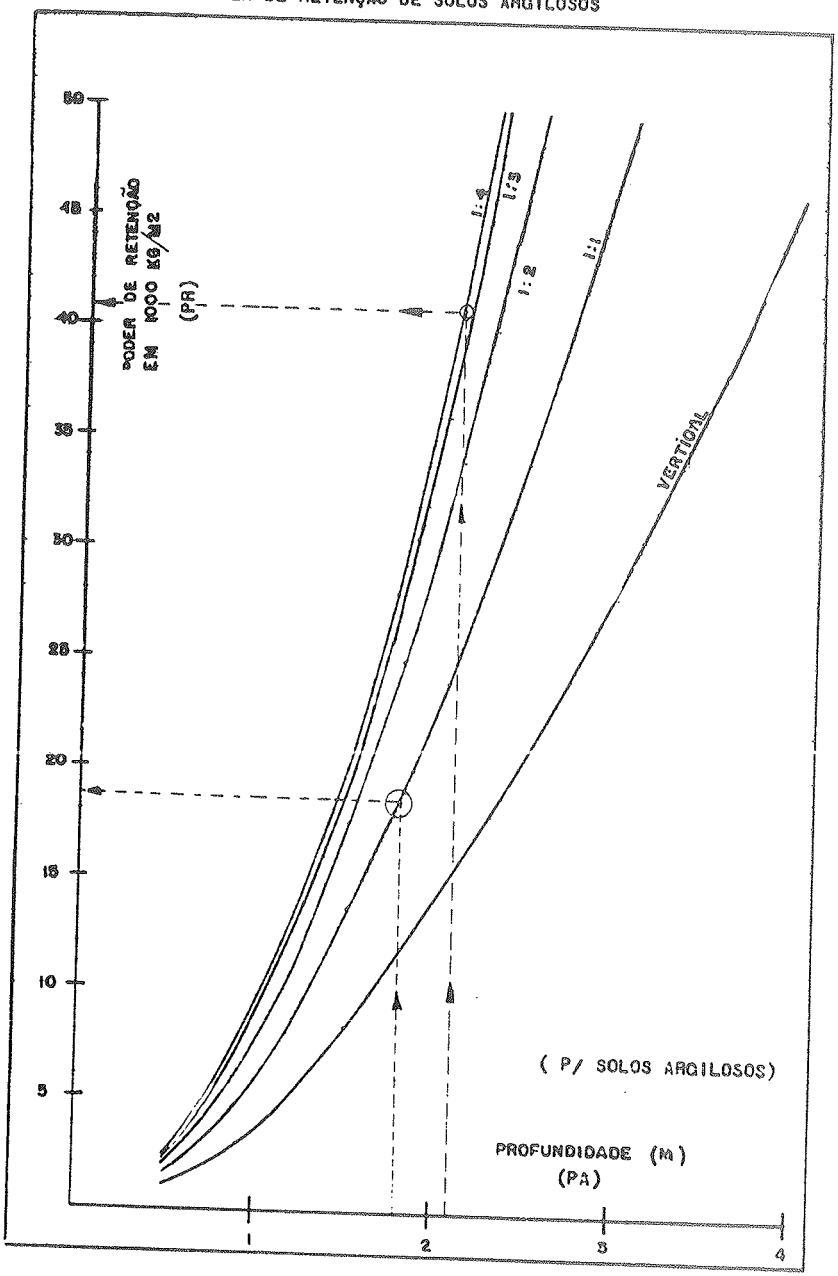
PROFUNDIDADE DE ANCORAGEM – PA – (m)	INCLINAÇÃO DO CABO – IC – (m/m)			
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
0,90	4.600	6.300	7.000	7.300
1,20	8.500	10.700	12.600	13.000
1,50	13.600	17.500	19.400	19.900
1,80	18.400	24.800	28.200	29.000
2,10	24.800	34.000	38.800	40.800

OBSERVAÇÕES:

- PARA VALORES INTERMEDIÁRIOS: INTERPOLAR OU VALER-SE DO ÁBACO.
- CORREÇÃO PARA SOLOS ROCHOSOS OU DUROS: MULTIPLICAR O VALOR TABELADO OU DO ÁBACO POR 5.
- CORREÇÃO PARA SOLOS ARENOSOS OU GRANULADOS (COM ELEVADO TEOR DE UMIDADE): MULTIPLICAR O VALOR TABELADO OU DO ÁBACO POR 0,5.

Tabela 5-1. Valores do poder de retenção de solos argilosos secos (kg/m^2)

ÁBACO 5-1. PODER DE RETENÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS



– Determinação da área de ancoragem.

$$AA \geq \frac{CR}{PR}$$

$$AA = \frac{37.900 \text{ kgf}}{40.800 \text{ kgm}^2}$$

$$AA = 0{,}929 \text{ m}^2$$

– Determinação do comprimento mínimo do dormente de pranchão.
Considerando um pranchão disponível, com altura conhecida, HP = 40 cm

$$LP \geq \frac{AA}{HP} + 0{,}30 \ (*)$$

*Os 30 cm são acrescidos para o sulco do cabo.

$$LP = \frac{0{,}929}{0{,}40} + 0{,}30 = 2{,}63 \text{ m}$$

$$LP = 2{,}63 \text{ m}$$

No capitulo, 7 há uma tabela de madeiras comerciais que poderá auxiliar na escolha.

– Determinação da espessura do pranchão

$$EP \geq \frac{LP}{9}$$

$$EP = \frac{2{,}63}{9}$$

$$EP = 0{,}29 \text{ m}$$

O dormente de pranchão, já dimensionado, é apresentado na figura 5-3 e possuirá as seguintes medidas:
HP = 40 cm
LP = 2,63 m
EP = 29 cm

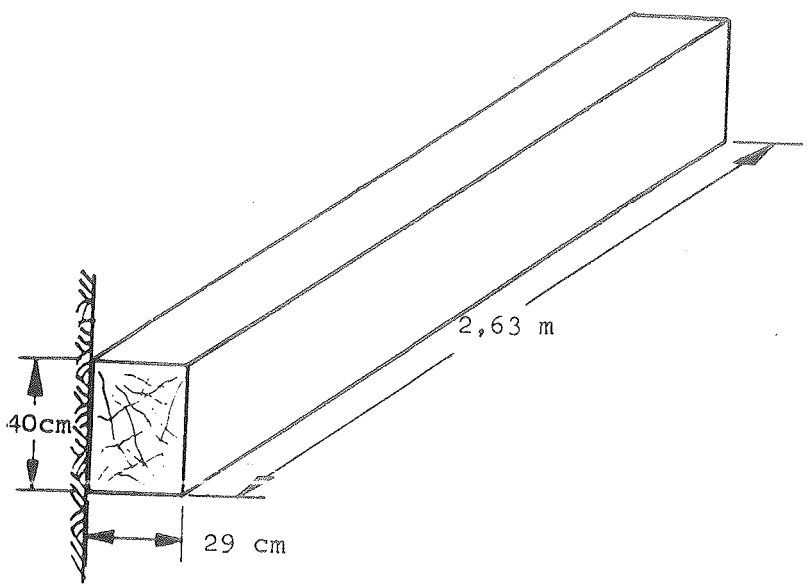


Figura 5-3. Dormente já dimensionado

Em vez de um dormente de pranchão maciço, pode ser usado um grupo de tábuas, até completar a espessura calculada.
Por exemplo: Sendo disponíveis pranchões com as seguintes características:

HP = 23,0cm
e
EP' = 7,5cm
então

$$LP \geq \frac{AA}{HP} + 0{,}30$$

$$LP = \frac{0{,}929}{0{,}23} + 0{,}30$$

$$LP = 4{,}34 \text{ m}$$

e

$$EP = \frac{LP}{9}$$

$$EP = \frac{4{,}34}{9} = 0{,}49 \text{ m}$$

O número de pranchões serrados deverá ser de:

$$NP' = \frac{EP}{EP'} = \frac{0{,}49}{0{,}075} = 6{,}54$$

Devem portanto ser utilizados 7 pranchões de:
HP = 23,0 cm
EP' = 7,5 cm
LP = 4,34 m

A figura 5-4 mostra o conjunto.

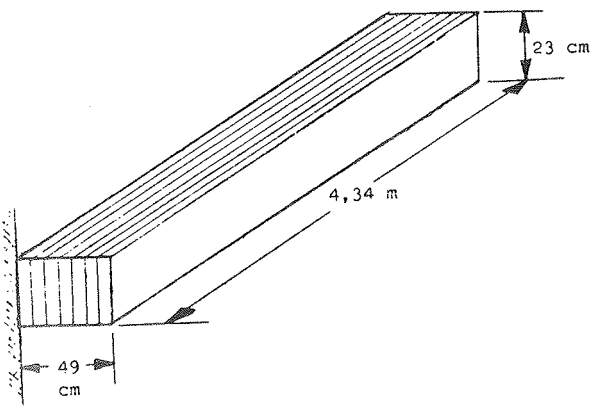


Figura 5-4. Dormente composto de sete pranchões, já dimensionado.

(b) Dimensionamento do elemento protetor (com barras chatas de aço) por cálculo algébrico.
— Determinação da área do elemento protetor

$$AE \geq \frac{CR}{350.000} \quad (*)$$

* Resistência da madeira à compressão (sem impacto): 35 kg/cm^2 (aproximadamente).
No caso:

$$AE = \frac{37.900}{350.000}$$

$$AE = 0{,}109 \text{ m}^2$$

— Determinação do comprimento do elemento protetor.

$$LE \geq \frac{AE}{HP - 0{,}05} \quad (**)$$

** O elemento protetor é 5 cm mais baixo que o pranchão

$$LE = \frac{0{,}109}{0{,}40 - 0{,}05}$$

$$LE = 0{,}32 \text{ m}$$

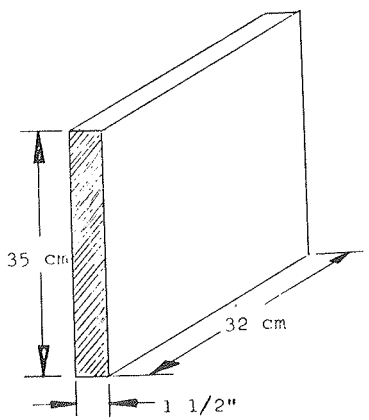


Figura 5-5. Elemento protetor com barra ou placa de aço.

– Determinação da espessura do elemento protetor.

$$EE \geq \frac{LE}{9}$$

$$EE = \frac{0,32}{9}$$

EE = 0,036 m = 3,6 m

Usar uma espessura de 1 1/2" (38,10 mm)

No capítulo 7 há uma tabela de barras chatas de aço que pode auxiliar na escolha dos elementos protetores. O elemento protetor dimensionado terá as seguintes medidas:
HE = 35 cm
LE = 32 cm
EE = 1 1/2" (38,10 mm)

(c) Dimensionamento do dormente de pranchão de madeira por cálculo gráfico – Emprego do ábaco 5-2.
– Definição dos dados de entrada.
Os dados a seguir devem ser conhecidos ou arbitrados, para a utilização do ábaco. Por exemplo:
PA = 1,80 m (arbitrada)
IC = 1/3 (arbitrada)
Ø = 3/4" (19,05 mm), IPS (*)
* O ábaco 5-2 é para cabos de aço de classificação 6 x 19 com alma de fibra.
HP (altura dos pranchões disponíveis) = 40 cm

– Processo gráfico
Na escala $\overline{AA}$ marcar PA e correspondente IC: no caso 1,80m e 1/3. Na escala BB marcar o diâmetro e a categoria do cabo: no caso, 3/4", IPS. Unir os pontos determinados nas escalas $\overline{AA}$ e $\overline{BB}$ por meio de uma reta, até a escala $\overline{CC}$. Da interscção desta reta com a referida $\overline{CC}$, traçar uma linha horizontal. Do ponto de interesecção desta linha horizontal com a curva correspondente à altura dos pranchões disponíveis (no caso HP = 40 cm), traçar uma perpendicular à linha horizontal (caso não haja possibilidade de intersecção da linha horizontal com a curva correspondente à altura dos pranchões disponíveis, significa que deverá ser utilizado um pranchão de maior altura, para que flexione com segurança). Na escala superior $\overline{DD}$ será determinado o comprimento do

dormente de pranchão e na escala inferior, EE, a sua espessura mínima. No caso, os valores encontrados serão:
LP = 2,15 m
EP = 24 cm

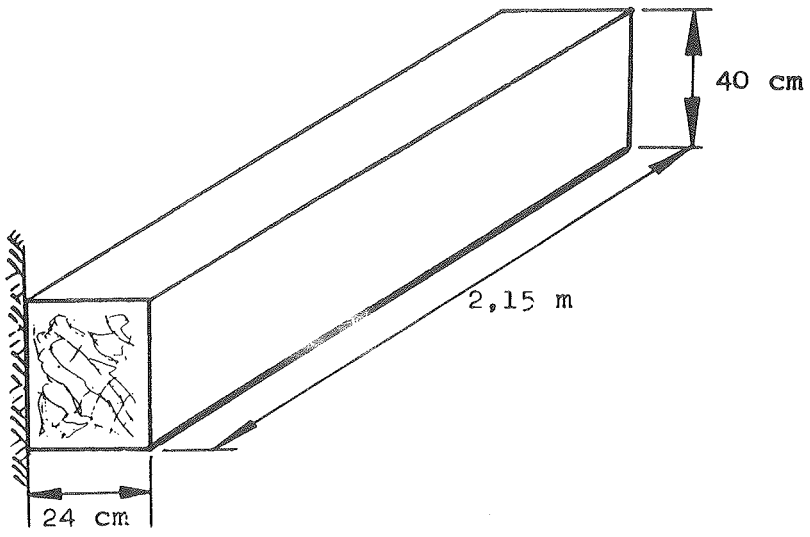


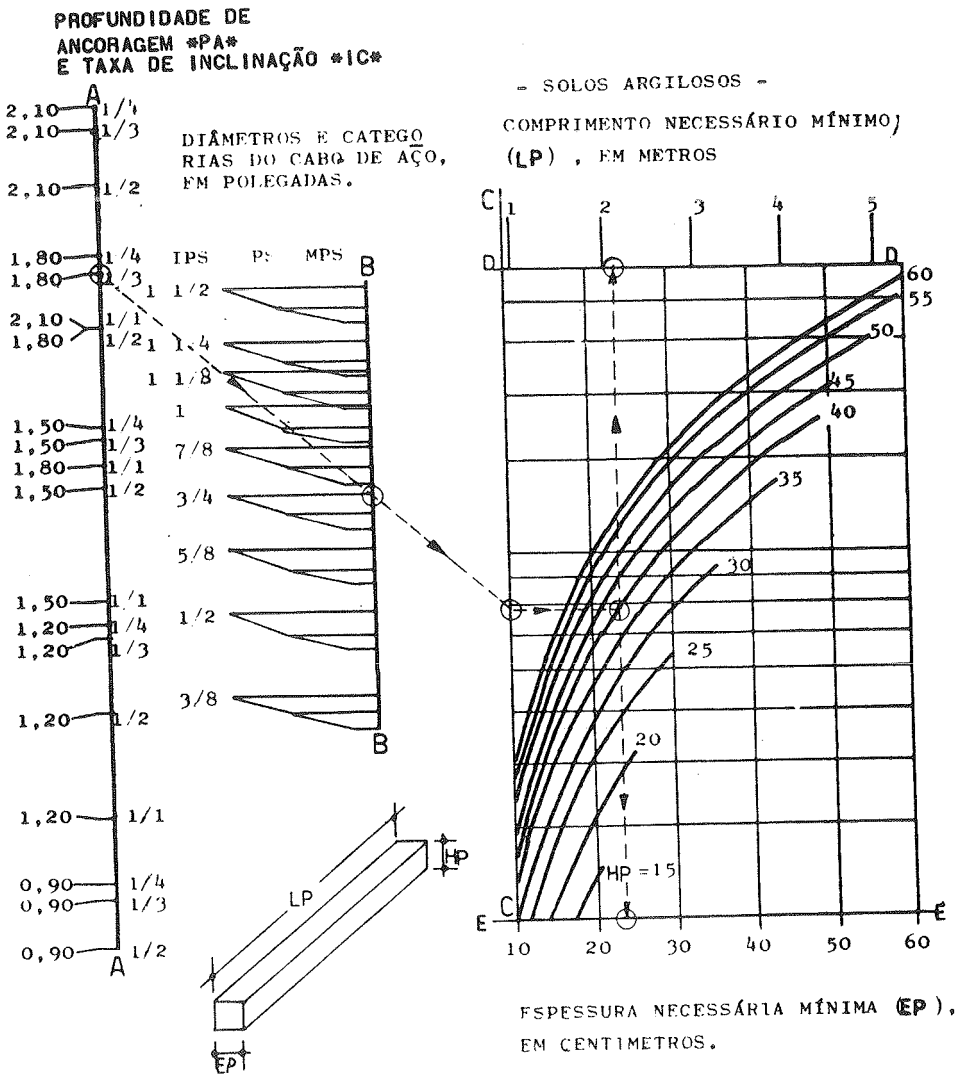
Figura 5-6. Dormente de pranchão dimensionado gráficamente.

(d) Dimensionamento do elemento protetor (com barras chatas), por cálculo gráfico — Emprego do ábaco 5-3.

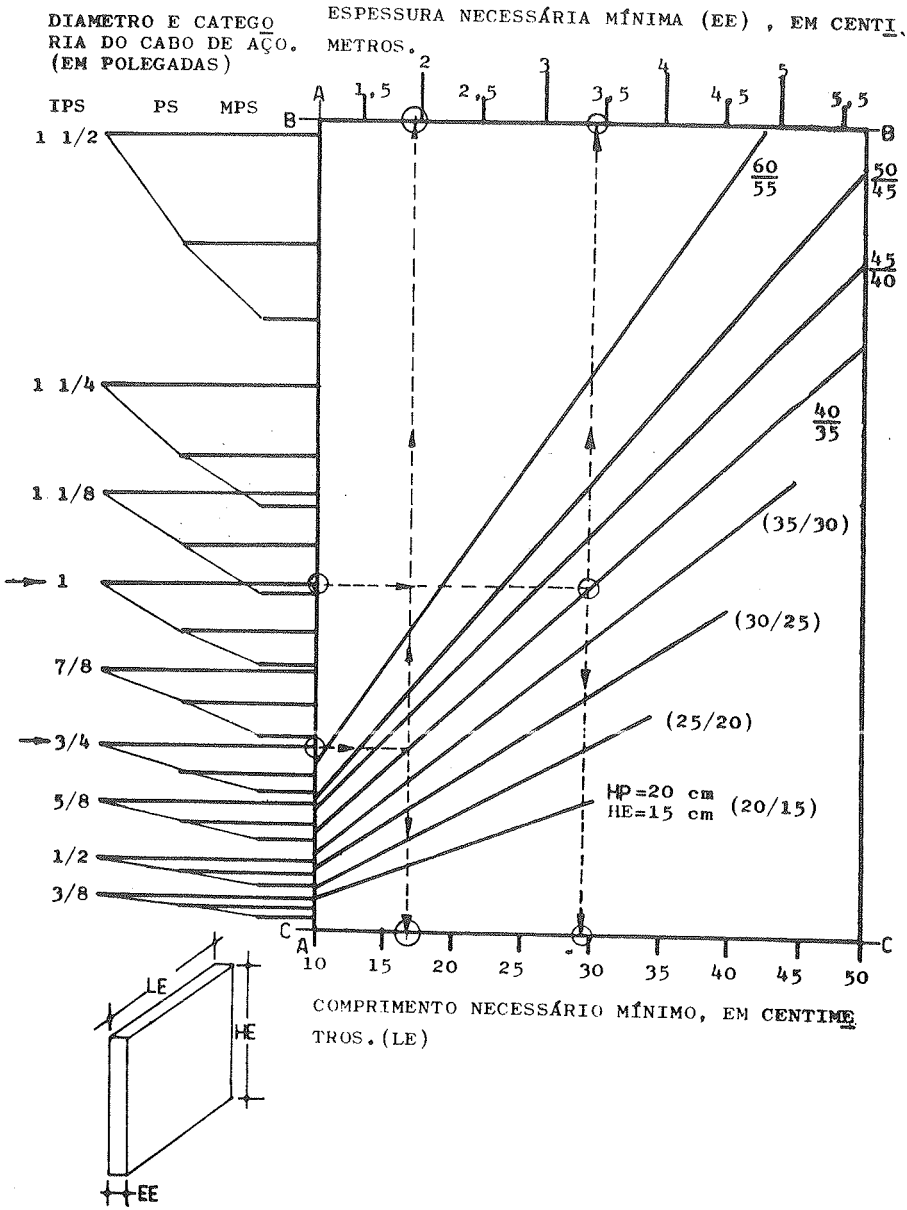
— Definição dos dados de entrada.
ϕ = 3/4" (19,05 mm), IPS (*)
* O ábaco 5-3 é para cabos de aço de classificação 6 x 19 com alma de fibra.

HP (altura dos pranchões disponíveis) = 40 cm

Ábaco 5-2. Dimensionamento do dormente com pranchões retangulares de madeira.



Ábaco 5-3. Dimensionamento de elementos protetores dos dormentes de madeira (barra chatas, de aço).



– Processo gráfico.
Na escala, $\overline{AA}$ marcar o diâmetro e a categoria do cabo: no caso 3/4", IPS. Traçar uma linha horizontal (perpendicular à escala $\overline{AA}$); da interscção desta linha horizontal com a reta correspondente à altura dos pranchões disponíveis (no caso HP = 40 cm), traçar uma perpendicular à esta linha horizontal (se a interseção não for possível, usar pranchões de maior altura). Na escala superior $\overline{BB}$ estará determinada a espessura mínima da barra a ser utilizada; na escala inferior $\overline{CC}$ está determinado o seu comprimento; a sua altura é obtida diretamente em função da altura do pranchão (HP – 5 = 40 – 5 = 35 cm). O elemento protetor deverá ter então as seguintes dimensões:

Espessura:	EE = 1,9 cm, usar barra com 3/4" (19,05 mm)
Comprimento	LE = 17 cm
Altura:	HE = 35 cm

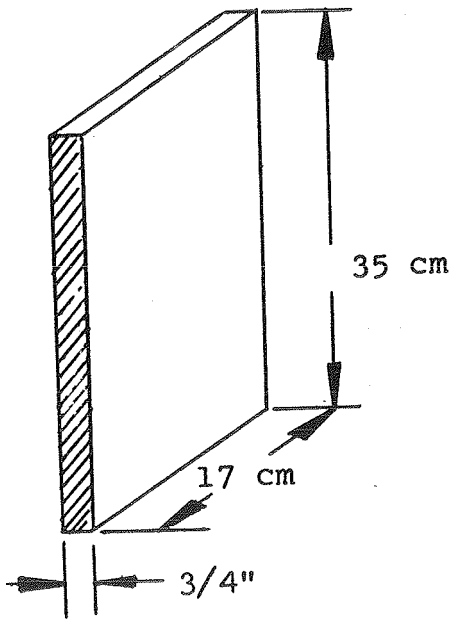


Figura 5-7. Elemento protetor dimensionado graficamente.

(e) Dimensionamento do elemento protetor (com perfís "U"), por cálculo gráfico – Emprego do ábaco 5-4.

– Definicão dos dados de entrada.
ϕ = 3/4" (19,05 mm), IPS (*)
*O ábaco 5-4 é para cabos de aço de classificação 6 x 19 com alma de fibra.
HP (altura dos pranchões disponíveis) = 40 cm

– Processo gráfico.
Na escala $\overline{AA}$, marcar o diâmetro e a categoria do cabo: no caso 3/4", IPS. Traçar uma linha horizontal (perpendicular à escala $\overline{AA}$). A intersecção desta linha horizontal com a curva correspondente à altura dos pranchões disponíveis (no caso HP = 40 cm), está situada na faixa 0-1, correspondente à espessura mínima de 1/8" (3,18 mm) da escala $\overline{BB}$, que deverá ter o perfilado em "U" (se não for possível uma intersecção, usar um pranchão de maior altura). Desta intersecção, traçar uma linha perpendicular à linha horizontal, determinando na escala inferior $\overline{CC}$, o comprimento mínimo do perfilado. O perfilado deverá ter, em resumo, as seguintes dimensões.

Espessura:	EE = 1/8" (3,18 mm)
Comprimento:	LE = 15 cm
Altura:	HE = HP + 2.EE
	HE = 40 + 2 x 3,18
	HE ≅ 47 cm

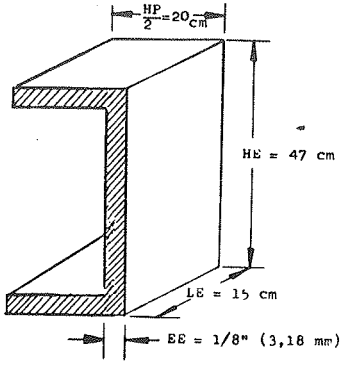
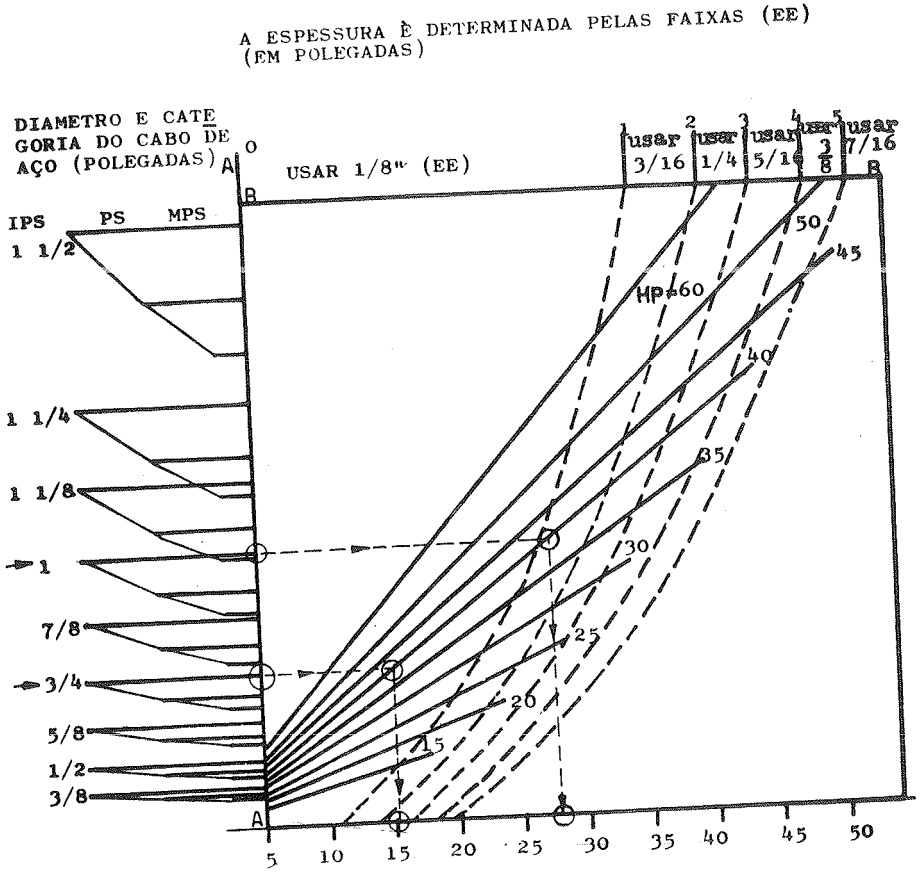
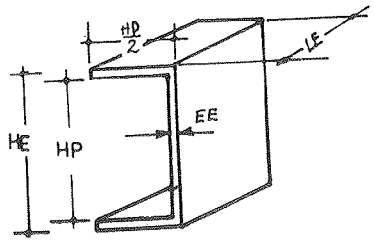


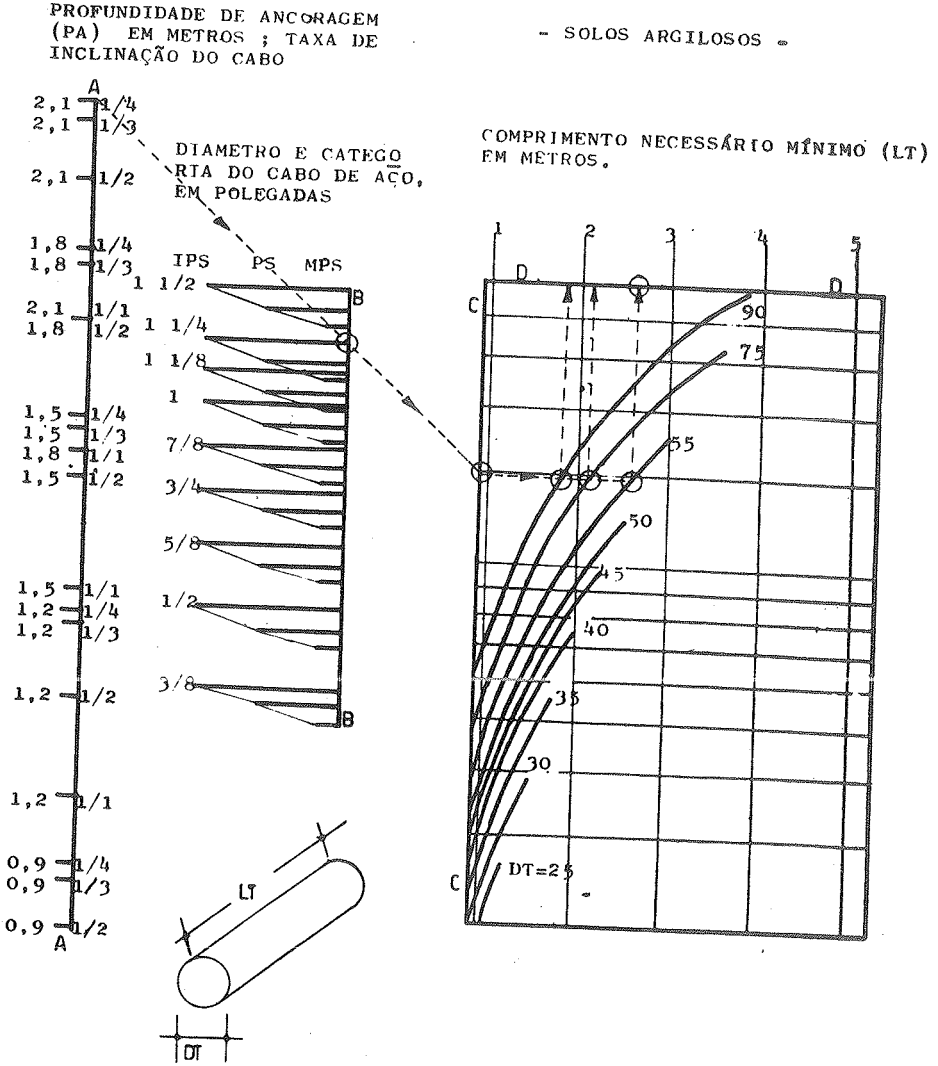
Figura 5-8. Elemento protetor com perfil "U", já dimensionado.

Ábaco 5-4. Dimensionamento de elementos protetores dos dormentes de madeira (perfis "U", de aço)

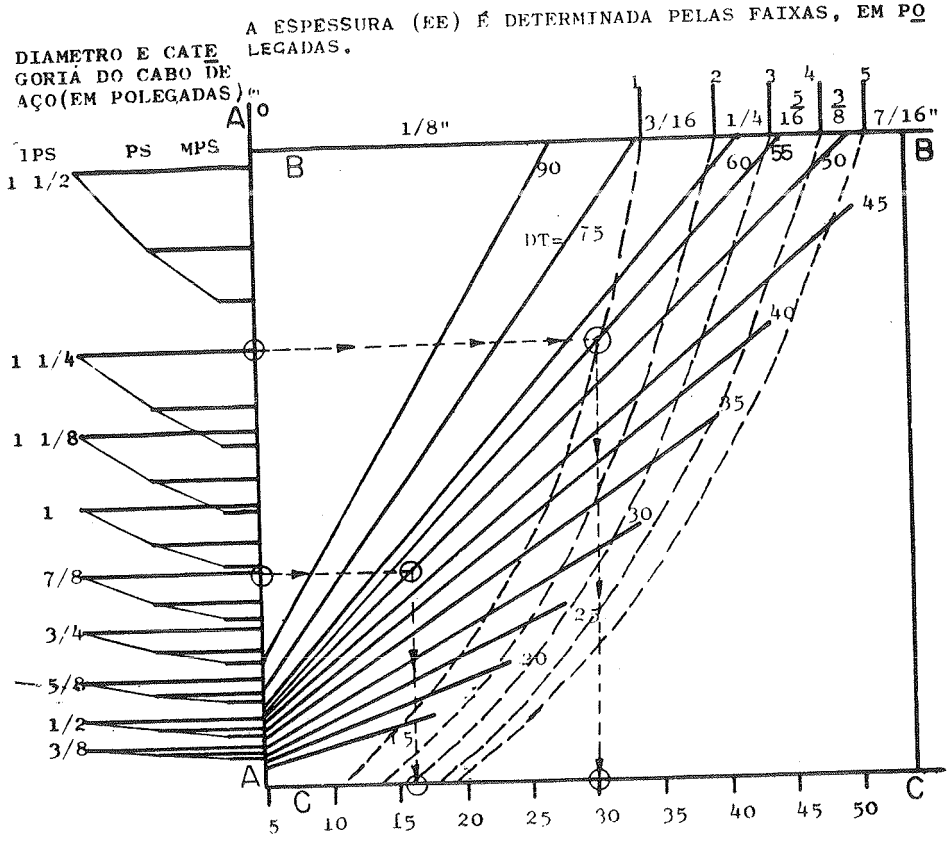




Ábaco 5-5. Dimensionamento do dormente de toro ou troncos roliços de madeira.

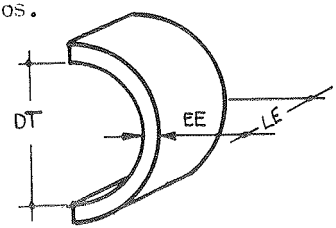


ÁBACO 5-6. DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS PROTETORES COM PERFIS TUBULARES DE AÇO (OU BARRAS CHATAS CURVADAS) PARA TOROS OU TRONCOS ROLIÇOS DE MADEIRA



COMPRIMENTO NECESSÁRIO MÍNIMO (LE) DO PERFIL TUBULAR DE AÇO, EM CENTIMETROS.

$$HE = \frac{\pi \times DT}{2}$$



(2) Poço de Ancoragem com Dormente de Toro de Madeira.

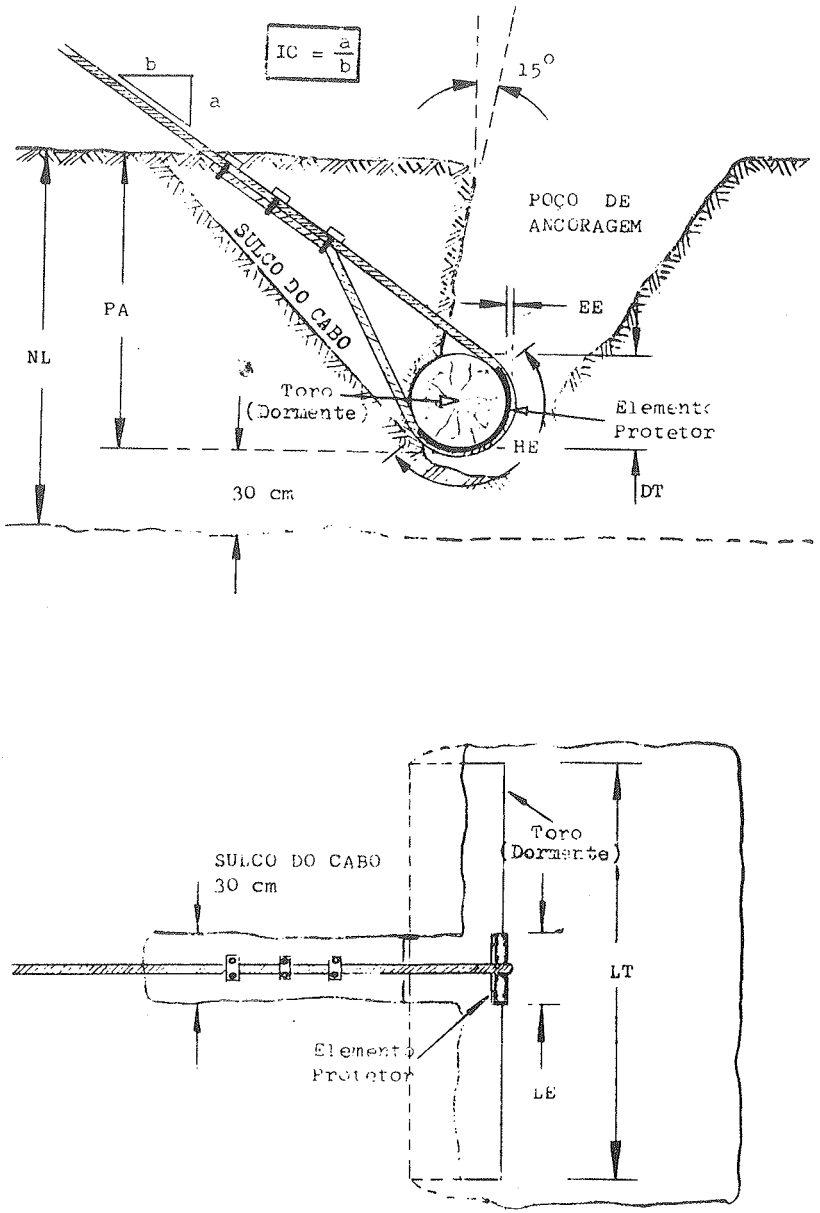


Figura 5-9. Poço de ancoragem com dormente de toro de madeira

(a) Dimensionamento do dormente de toro de madeira, por cáculo algébrico.

- Definição dos parâmetros do cabo ancorado. Por exemplo: calcular as dimensões do dormente de toro de madeira, considerando que o cabo guia apresenta as características abaixo:
  Diâmetro: ϕ = 7/8" (22,23 mm)
  Categoria e classificação: IPS, 6 x 19 com alma de fibra
  Inclinação de chegada ao solo: IC = 1/3

- Determinação da carga de ruptura do cabo ancorado.
  Na tabela 7-10:
  ϕ = 7/8" (22,23 mm)
  IPS, 6 x 19 com alma de fibra
  CR = 29.200 kg

- Definição das características do solo.
  Tipo de solo: argiloso
  Nível do lençol freático: NL = 2,50 m

- Determinação da profundidade máxima de ancoragem
  $\boxed{PA \leq NL - 0{,}30}$
  Para NL = 2,50 m
  PA = 2,20 m
  Adotando, por conveniência um PA = 2,10 m

- Determinação do poder de retenção do solo. Para:
  PA = 2,10 m
  IC = 1/3
  Solo argiloso
  Na tabela 5-1, ou do ábaco 5-1:
  PR = 19.400 Kg/m²

- Determinação da área de ancoragem.

$$\boxed{AA \geq \frac{CR}{PR}}$$

$$AA = \frac{29\,200}{19.400} = 1{,}505$$

$$AA \simeq 1{,}51 m^2$$

– Determinação do comprimento mínimo do toro.
Geralmente há disponibilidade de toros de um determinado diâmetro. Deve-se, então, determinar o seu comprimento mínimo. Por exemplo: para um diâmetro disponível DT = 45 cm:

$$LT \geq \frac{AA}{DT} + 0{,}30\ (*)$$

* Os 30 cm são acrescidos para o sulco do cabo.

$$LT = \frac{1{,}51}{0{,}45} + 0{,}30 = 3{,}66\ m$$

LT = 3,66 m (*)
* Este comprimento poderá não ser adequado,como se pode constatar na etapa seguinte:

– Teste do toro quanto à flexão.

$$\frac{LT}{DT} \leq 5$$

No caso
$\frac{3{,}66}{0{,}45} = 8{,}14 > 5$

Deve ser então escolhido um toro de maior diâmetro; para um DT = 0,60 m, por exemplo:

$$LT = \frac{1{,}51}{0{,}60} + 0{,}30 = 2{,}82\ m$$

$$\frac{LT}{DT} = \frac{2{,}82}{0{,}60} = 4{,}7$$

Então, a aplicação de um toro com 60 cm de diâmetro é satisfatória e segura.
O toro, já dimensionado, terá, em síntese, as seguintes medidas:
DT = 60 cm
LT = 2,82 m

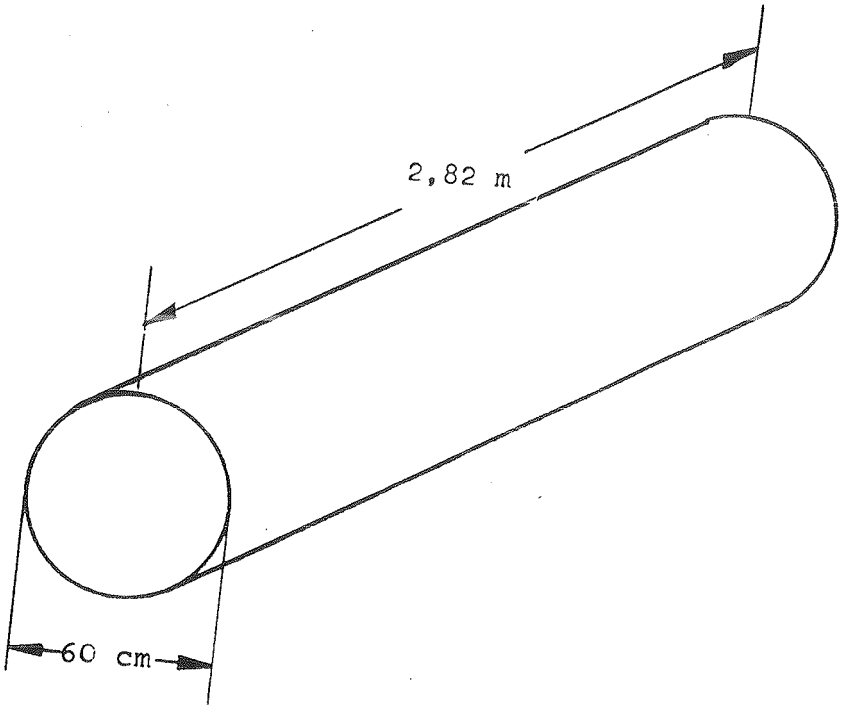


Figura 5-10. Dormente de toro de madeira, já dimensionado.

(b) Dimensionamento do elemento protetor (com barras chatas de aço, curvadas), por cálculo algébrico.
— Determinação da área do elemento protetor.

$$AE = \frac{CR}{350.000} \quad (*)$$

* Resistência da madeira à compressão (sem impacto): 35 kg/cm² (aproximadamente)

No caso

$$AE = \frac{29.200}{350.000} = 0,0834$$

$AE = 0{,}0834\ m^2$

— Determinação do comprimento do elemento protetor.

$$LE \geq \frac{AE}{HE}$$

$$HE = 1{,}57 \times DT\ (*)$$

* O comprimento do elemento protetor é igual à semi-circunferência do toro.

$HE = 1{,}57 \times 0{,}60 = 94{,}2\ cm$

$HE \simeq 95\ cm$

$$LE = \frac{0{,}0834}{0{,}95} = 0{,}088$$

$LE = 8{,}8\ cm$

— Determinação da espessura do elemento protetor

$$EE \geq \frac{LE}{5}$$

$$EE = \frac{8{,}8}{5} = 1{,}76\ cm;$$

Usar uma barra de 3/4" (19,05 mm).

O elemento protetor dimensionado possuirá as seguintes medidas:

HE = 95 cm

LE = 8,8 cm

EE = 3/4" (19,05 mm).

No capítulo 7 foi incluída uma tabela de barras chatas de aço que pode auxiliar na escolha dos elementos protetores.

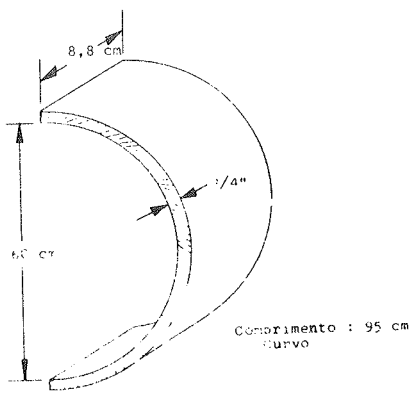


Figura 5-11. Elemento protetor do toro, já dimensionado.

(c) Dimensionamento do dormente de toro de madeira por cálculo gráfico – Emprego do ábaco 5-5.

– Definição dos dados de entrada. Por exemplo:

PA = 2,10 m (arbitrada)

IC = 1/4 (arbitrada)

ϕ = 1 1/4" (31,75 mm), IPS (*)

* O ábaco 5-5 é para cabos de aço de classificação 6 x 19 com alma de fibra.

DT (diâmetro dos toros disponíveis) = 55 cm

– Processo gráfico.

Na escala $\overline{AA}$, marcar $\overline{PA}$ e $\overline{IC}$, no caso: 2,10 e 1/4; na escala $\overline{BB}$, marcar a categoria e o diâmetro do cabo a ser ancorado: no caso IPS, ϕ de 1 1/4". Unir os pontos determinados na escala $\overline{AA}$ e na escala $\overline{BB}$, por meio de uma linha reta, até à escala $\overline{CC}$. A partir do ponto determinado em $\overline{CC}$, traçar uma linha horizontal, até a curva relativa ao diâmetro de toros disponíveis: no caso DT = 55 cm (se não houver possibilidade de intersecção da linha horizontal com a curva correspondente ao diâmetro do toro disponível, significa que a segurança à flexão é inferior à estabelecida intrinsecamente, caso em que se escolhe um toro de diâmetro maior). A partir da intersecção desta horizontal com a referida curva, traçar uma perpendicular, determinando, na escala superior $\overline{DD}$, o comprimento (mínimo) do toro. Em resumo, o toro dimensionado deverá ter as seguintes medidas:

LT = 2,7 m

DT = 0,55 m

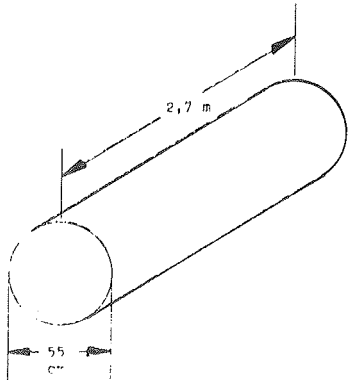


Figura 5-12. Dormente de toro de madeira já dimensionado.

(d) Dimensionamento do elemento protetor (com barras chatas ou semi-tubos de aço), por cálculo gráfico — Emprego do ábaco 5-6.

— Definição dos dados de entrada. Por exemplo:

ϕ = 1 1/4" (31,75 mm) IPS (*)

* O ábaco 5-6 é para cabos de aço de classificação 6 x 19 com alma de fibra.

DT = 55 cm (disponível)

— Processo gráfico.

Entrar na escala $\overline{AA}$, com o diâmetro do cabo e sua categoria: no caso 1 1/4", IPS. Traçar uma perpendicular à escala $\overline{AA}$, até encontrar a curva correspondente ao diâmetro do toro disponível, DT = 55 cm (se não for possível intersecção da linha horizontal com a curva do diâmetro disponível deverá ser escolhido um toro de diâmetro maior).

Como a intersecção se verifica na faixa 0-1, correspondente à espessura 1/8" (3,18 mm) na escala $\overline{BB}$, esta deverá ser a espessura do elemento protetor. Por outro lado, traçando, desta intersecção para baixo, uma paralela à escala $\overline{AA}$, é determinado na escala $\overline{CC}$, o valor do comprimento mínimo do elemento protetor: LE = 30 cm. O elemento protetor dimensionado possuirá, em resumo, as seguintes medidas:

HE = 1,57 x DT = 87 cm

LE = 30 cm

EE = 1/8" (3,18 mm)

CAPÍTULO 6

MATERIAL DE LANÇAMENTO

ARTIGO I

DISCRIMINAÇÃO DOS COMPONENTES DO CONJUNTO DE MONTAGEM

6-1. GENERALIDADES

a. Constituição – O conjunto de montagem é formado por um grupo de componentes (materiais e equipamentos) com a finalidade de auxiliar a montagem das pontes ou portadas. É fornecido com a equipagem M4T6, assim como com a equipagem classe 60, de super-estrutura de aço. Alguns de seus componentes são utilizados apenas com a equipagem M4T6, outros somente com a equipagem de ponte classe 60, e os restantes com ambas. O diagrama 6-1 fornece uma idéia clara destas restricões:

b. **Descrição dos Componentes Empregados Exclusivamente com à Equipagem M4T6** – O presente subparágrafo trata da descrição e da apreciação dos componentes do conjunto de montagem que são utilizados com a equipagem M4T6. Os componentes empregados apenas com a equipagem classe 60 encontram-se relacionados na tabela 6-1. Na tabela 7-7 encontra-se uma relação da quantidade das peças, por conjunto de montagem.

TABELA 6-1. COMPONENTES DO CONJUNTO DE MONTAGEM QUE SÓ SÃO UTILIZADOS COM A EQUIPAGEM CLASSE 60. NÃO SÃO UTILIZADOS COM A EQUIPAGEM M4T6

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE P CONJ. DE MONT
DRIVER, DECK PIN (FSN 5420-571-6468)	2
JACK, RACK BAR (FSN 5120-293-0991)	2
OILER, HAND (FSN 4930-273-3640)	2
PLIERS, SLIP JOINT (FSN 5120-223-7397)	2
PUMP, HYDRAULIC RAM, HAND DRIVEN (FSN 4320-542-4122)	4
SCREWDRIVER, FLAT TIP (FSN 5120-227-7362)	2
TAP, THREAD CUTTING (FSN 5136-232-3964)	2
TOOL, ALIGNING, DECK (FSN 5420-355-7067)	2
TOOL, HORIZONTAL CONNECTING (FSN 5420-506-4315)	2
TOOL, VERTICAL CONNECTING (FSN 5420-506-4314)	2
WRENCH, OPEN END, ADJUSTABLE (FSN 5120-264-3796)	2
WRENCH, OPEN END, FIXED (FSN 5120-277-1200)	2
WRENCH, PIPE (FSN 5120-277-1480)	2
WRENCH, SOCKET (FSN 5120-595-9738)	2
WRENCH, SOCKET (FSN 5120-595-8977)	2
WRENCH, TAP AND REAMER, ADJUSTABLE (FSN 5120-277-4065)	2
WRENCH, SOCKET C/ COMPONENTES (FSN 5120-595-9151)	1

OBSERVAÇÕES: ESTAS PEÇAS ACHAM-SE ESPECIFICADAS NO SC 5420-97-CL-E45

(1) Materiais – No presente item serão abordados todos os componentes do conjunto de montagem classificados como materiais.

(a) Mordente – São dispositivos que se prestam à retenção e fixação dos cabos de aço. Dois tipos acompanham o conjunto de montagem:

– Mordente para cabos de 1/2" a 3/4" (12,7 mm a 19,05 mm), cuja carga de segurança corresponde a 6.795 kg (15.000 lbs).

– Mordente para cabos de até 1" (25,4 mm), cuja carga de segurança corresponde a 9.060 kg (20.000 ibs).

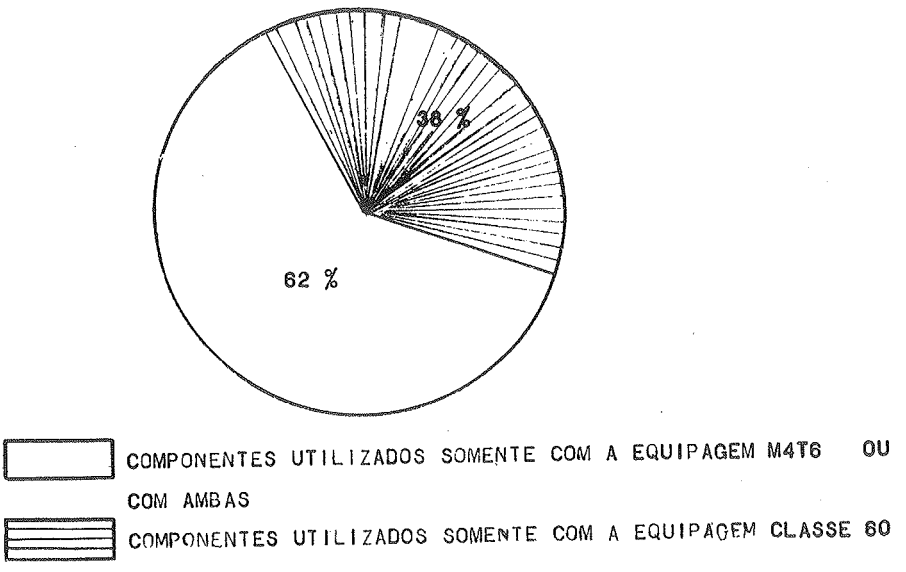
(b) Cabo de manilha – As características dos cabos de manilha do conjunto de montagem são idênticas às dos fornecidos com a equipagem M4T6.

(c) Rolo de barbante – É uma bobina de fios de algodão, para utilização diversa. Tem força de ruptura correspondente a 15,85 kg (35 lbs).

(d) Rolo de cadarço – É uma bobina de cadarço de algodão utilizado em diversas situações como, por exemplo, em demarcação.

(2) Equipamentos – Neste ítem serão abordados todos os componentes do conjunto de montagem classificados como equipamentos.

(a) Roletes de lançamento – São cilindros de policloropreno (ou neopreno) (mesmo material dos meios flutuadores) de 18,12 kg (40 lbs) de peso (desinflados), utilizados no lançamento de flutuadores. Cada rolete é subdividido internamente em duas câmaras de inflação, possuindo, cada uma, sua própria válvula (idêntica a dos meio-flutuadores). Em cada extremidade, estão fixados dois segmentos de cabos de manilha, onde é fixado um outro cabo do mesmo material, unindo os roletes entre si, por ocasião do lançamento dos flutuadores (Figura 6-1).



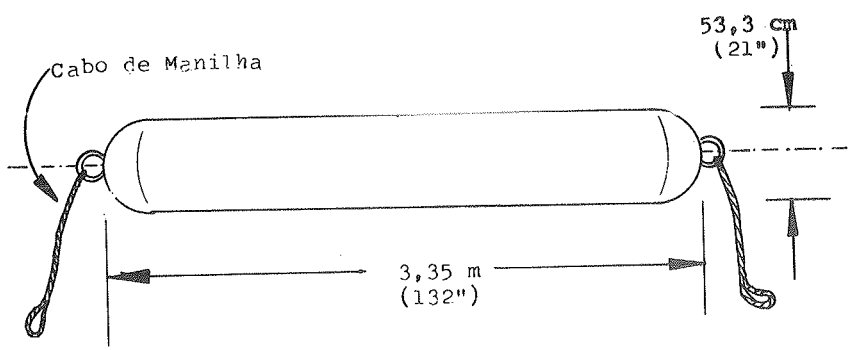


Figura 6-1. Rolete de Lançamento

(b) Lingas — As lingas são constituídas por duas correntes de 5/8" (16,88 mm) capazes de suportar cargas de 9.500 kg. Possuem um gancho alongado em cada extremidade e um anel alongado na junção. Podem ser utilizadas individualmente como lingas de aperto, ou aos

pares como lingas tipo trapa, cesta dupla, cesta dupla maior (nesse último caso, com duas outras lingas simples de cabos de aço). Esses tipos de lingas são utilizados em diversas situações práticas, como sucedâneo de lingas de aço, que podem ser cortadas pelas arestas vivas das peças de metal, como no caso do lançamento dos vãos fixos. Para maiores detalhes sobre utilização de lingas, consultar o Manual T 5-725. Na tabela 7-25 encontram-se alguns dados essenciais referentes a outras correntes que poderão ser utilizadas de improviso (Figura 6-3).

(c) Barras de transporte — São tubos de aço providos de dez ganchos e duas alças. Quando há disponibilidade de guinchos ou outro equipamento equivalente, são utilizadas, aos pares, com quatro lingas simples (de aço), nas operações de carregamento, descarregamento ou deslocamento de dez vigas (normais curtas ou afiladas) simultaneamente. Seus ganchos são fixados às alças de transporte das vigas já colocadas distanciadas de 0,23 m (9'1/4"), centro a centro, para facilitar a operação. Os ganchos das lingas são então fixados às alças da barra, efetuando, após, o içamento das vigas (Figura 6-2 e 6-4).

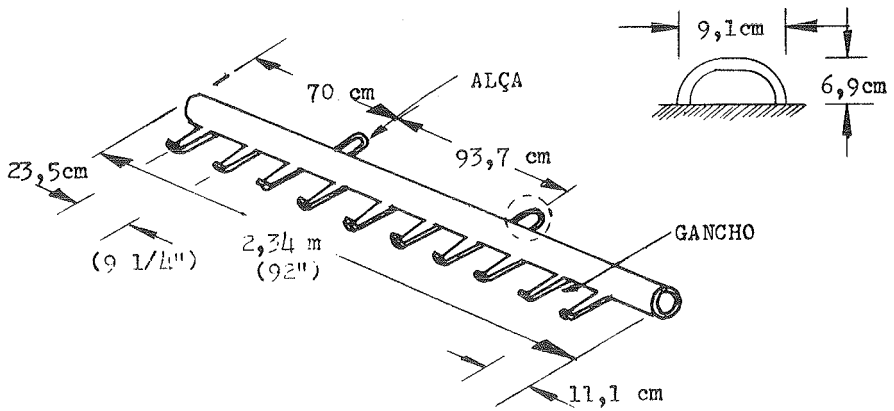


Figura 6-2. Barra de Transporte

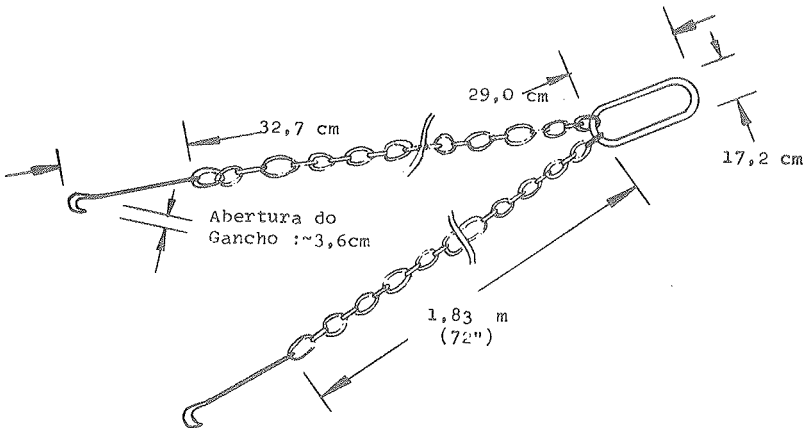


Figura 6-3 – Linga

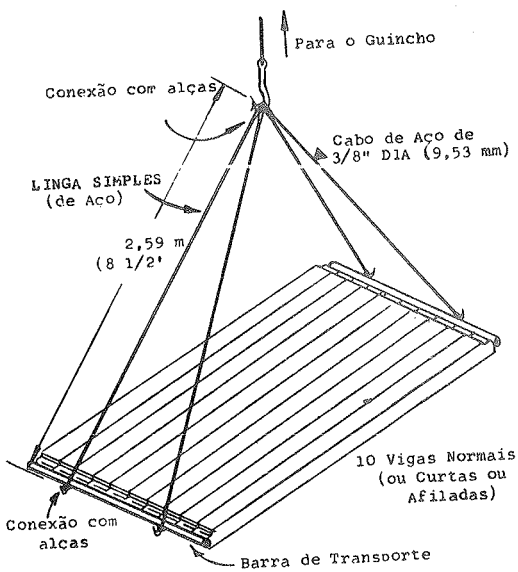


Figura 6-4. Exemplo de utilização das Barras de Transporte para a locomoção de Vigas no Canteiro de Trabalho (Lingas Simples)

(d) Alavanca depressora — Trata-se de uma alavanca com uma extremidade dentada à qual estão fixadas duas correntes de 3/8" (9,5 mm) de diâmetro e comprimento diferentes, providas de um gancho cada. É utilizada para ajustar o vigamento nas travessas de enrijecimento a fim de serem colocados, mais facilmente, os pinos, nos engates das vigas. Substitui o depressor, quando não forem necessários grandes esforços para os ajustes pretendidos (Figura 6-5).

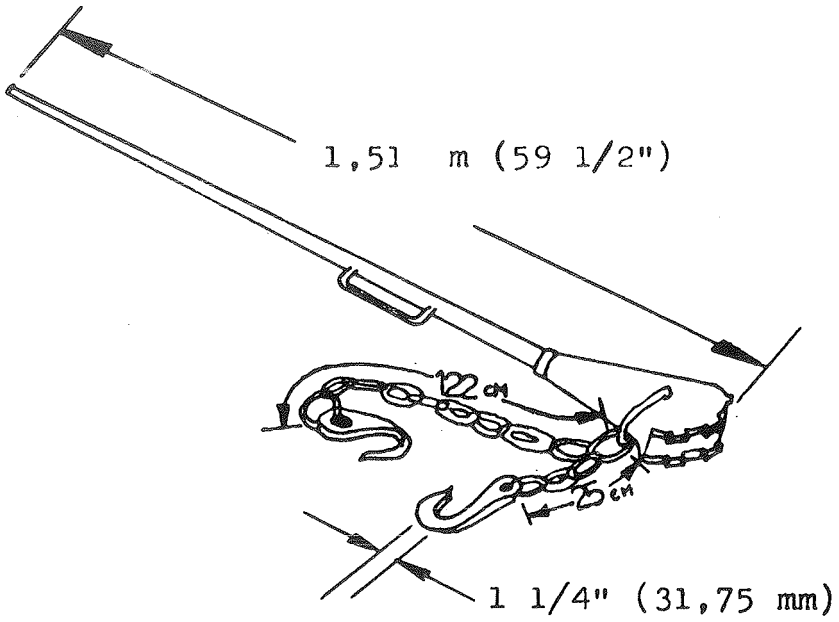


Figura 6-5. Alavanca Depressora

(e) Macaco hidráulico — Suas características são idênticas às do macaco que acompanha a equipagem M4T6.

(f) Depressor — Suas características são idênticas às do depressor da equipagem, bem como é idêntico, o processo de utilização.

(g) Válvula de inflação-deflação — É um dispositivo que permite acelerar a inflação ou deflação dos flutuadores ou roletes de lançamento. É utilizada na extremidade da

mangueira dos compressores e em suas extensões, sendo facilmente adaptada às válvulas dos meios flutuadores ou roletes, através de um coxim de borracha (Figura 6-6).

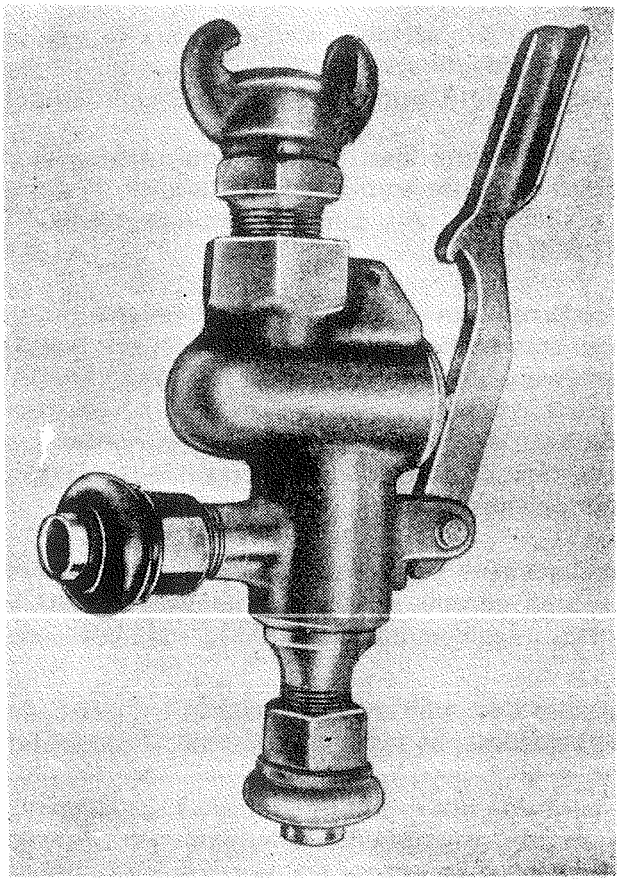


Figura 6-6. Válvula de Inflação-Deflação

(h) Cadernal — Os cadernais podem ser utilizados em talhas de paus de carga, trípodes, cábreas ou guindastes improvisados, que possam ser eventualmente necessários nas operações com a equipagem. Sugere-se também sua utilização em cúpulas expeditas, para suportarem o cabo guia principal nos sistemas de ancoragem por cabo

(s) guia. Quatro tipos acompanham o conjunto de montagem, incluídas duas patescas, cujas características são:

- Patesca com gancho, caixa e roldana de aço, para uso com cabos de aço de 5/8" (15,88 mm) de diâmetro, cuja carga de segurança é de 1812 kg (4000 lbs).

- Patesca com gancho, caixa e roldana de aço, para uso com cabos de aço de 7/8" (22,23 mm) de diâmetro, cuja carga de segurança é de 5.889 kg (13.000 lbs)

- Cadernal com alça, caixa e uma roldana de aço ou ferro para uso com cabos de fibra de 1" (25,4 mm) de diâmetro, cuja carga de segurança é de 2174 kg (4 800 lbs).

- Cadernal com alça, caixa e uma roldana de aço para uso com cabos de aço de 1" (25,4 mm) de diâmetro, cuja carga de segurança é de 11778 kg (26000 lbs).

(i) Cortador de cabo de aço — Esse tipo de cortador, cujo princípio de funcionamento é por pancadas sucessivas de marreta, é utilizado para cortes de até 1 1/2" (38,1 mm) de diâmetro.

(j) Escavadeira — É utilizada nas escavações de pequeno volume, porque suas duas lâminas, diametralmente opostas, recolhem apenas 0,006 m³ de terra cada vez.

(k) Alavanca de cunha — Essa alavanca é utilizada em diversas operações, não tendo função específica definida.

(l) Alavanca de unha — Muito similar à sua congênere, possui amplas aplicações, como auxiliar em operações diversas.

(m) Croque — De características idênticas aos da equipagem, é utilizado nas mesmas situações.

(n) Baliza — Balizas são utilizadas em locações e demarcações em geral, como na determinação da largura do vão. São de aço, divididas em duas secções, pintadas com listas brancas e vermelhas alternadas. Possuem uma capa para armazenamento e transporte.

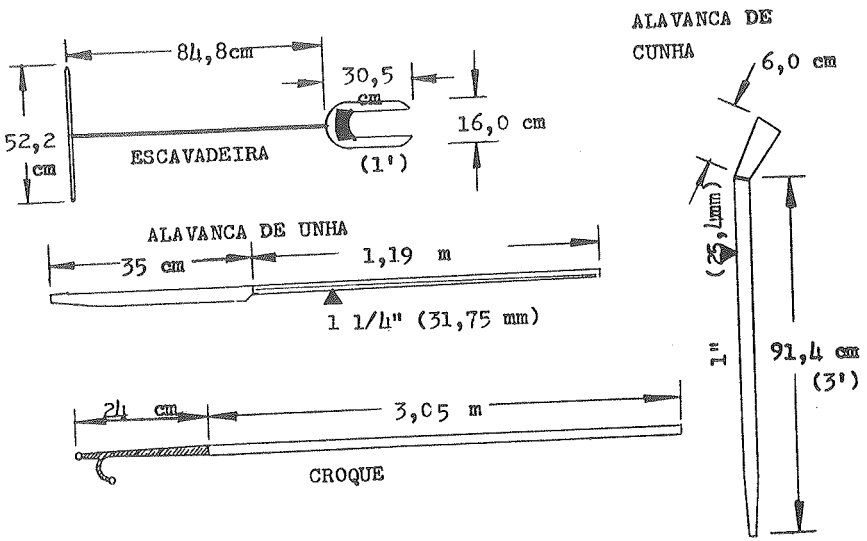


Figura 6-7. Escavadeira, Alavanca de Unha, Croque e Alavanca de Cunha

(o) Trena — É metálica, de 100' (30,48 m) de comprimento, graduada de meia em meia polegada (1,27 cm) e de pé em pé (30,48 cm).

(p) Bolsa para ferramentas — Essa bolsa é idêntica à que acompanha a equipagem, em suas características e utilização.

(q) Marreta — Essa marreta possui, como os martelos de bola, cabo de "fiberglass". Sua cabeça-pesa 2,720 kg (6 lbs).

(r) Martelo de bola — Essa ferramenta é semelhante à da equipagem, diferindo apenas pelo peso de sua cabeça: 0,906 kg (2 lbs).

(s) Extensões de mangueira para compressor de ar — São utilizadas adaptadas às mangueiras que acompanham cada compressor. Como são de borracha resistente, podem suportar pressão de até 17,58 kg/cm² (250 psi).

(t) Salva-vidas — Utilizados para eventual proteção de pontoneiros, possuem gomos de plástico revestidos com tecidos de algodão.

ARTIGO II

DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DE ORIGEM DIVERSA

6-2. GENERALIDADES

Este artigo trata da descrição e apreciação suscinta dos materiais e equipamentos que podem ser úteis, quando empregados com a equipagem M4T6 ou com o conjunto de montagem que a acompanha. Estes componentes auxiliares são originários de diversas fontes, inclusive de outras equipagens. Não serão abordados em detalhes, quer descritivos, quer dimensionais, face a inexistência de critérios rígidos quanto às suas especificações.

a. **Material** — Este subparágrafo trata dos componentes de origem diversa classificados como material, cuja utilização pode ser conveniente nas montagens.

(1) Painel Bailey — Os painéis Bailey (Manual T 5-277 e/ou Manual Bailey-Uniflote) são utilizados para a montagem de torres Bailey, que eventualmente podem substituir as torres de ancoragem da equipagem, quando forem necessárias grandes alturas para a suspensão do(s) cabo(s)-guia. Por outro lado, são também utilizados como âncoras reforçadas expeditas, nos sistemas de ancoragem por âncoras.

(2) Cantoneiras Bailey (TSBB.565) — Estas cantoneiras servem para realizar a conexão entre os painéis Bailey utilizados nas torres de ancoragem (Manual Bailey Uniflote).

(3) Parafusos Bailey — São parafusos que também servem para realizar as conexões entre os painéis de uma torre de ancoragem com painéis Bailey.

(4) Cúpula expedita — As cúpulas expeditas são estruturas de

aço, devidamente dimensionadas para suportar o(s) cabo(s)-guia de um sistema de ancoragem. Cumprem portanto, as funções da cúpula utilizada nas torres de ancoragem, construídas com o material de equipagem. No caso de torres de ancoragem com painéis Bailey, a cúpula expedita pode ser uma estrutura especial, apoiada nos quatro cantos do cimo da torre. Ela sustenta um elemento metálico, constituído por duas barras de aço 1 1/2" (38,10 mm) X 1 1/2" (38,10 mm) unidas pelos centros, ortogonalmente. A este elemento metálico acha-se fixado um cadernal, bastante reforçado, que sustenta o cabo-guia (Figura 2-26).

(5) Unhas de aço — São peças expeditas, fabricadas em aço tração (TRACTION STEEL), que são fixadas à mesa do painel Bailey, quando forem utilizados como âncoras reforçadas em sistemas de ancoragem por âncoras (Figura 2-14).

(6) Pranchão de madeira — Os pranchões de madeira são utilizados para cumprir as funções de soleira, nos encontros das pontes; de apoio, para as bases das torres de ancoragem, bem como de dormente de retenção dos cabos, nos pontos de ancoragem do tipo poço de ancoragem. No Capítulo 7 foi incluída uma tabela de madeiras, que pode auxiliar numa escolha mais criteriosa (Tabela 7-22).

(7) Toros de madeira — Utilizados para a instalação dos pontos de ancoragem do tipo poço de ancoragem, servindo como dormentes dos cabos ancorados. Devem ter o maior diâmetro possível, a fim de reduzir o volume de escavações.

(8) Barras de aço — São utilizadas para a confecção dos elementos protetores dos dormentes dos pontos de ancoragem tipo poço de ancoragem. No Capítulo 7 foi incluída uma tabela de barras chatas de aço, com a finalidade de facilitar a escolha condicionada pelo seu dimensionamento (Tabela 7-23).

(9) Perfil de aço — Os perfís de aço, tipo "U" ou "C", são utilizados como elementos protetores dos dormentes dos pontos de ancoragem tipo poço de ancoragem. No Capítulo 7 foi incluída uma tabela destes perfís, com a finalidade

de facilitar e orientar a escolha do material a ser empregado, condicionado pelo seu dimensionamento (Tabela 7-24).

(10) Cabo de manilha — Outros cabos de manilha, diferentes dos fornecidos pela equipagem ou pelo conjunto de montagem, podem ser úteis nas atividades de montagem ou até mesmo de transporte. No Capítulo 7 há uma tabela com as características dos diversos cabos de fibra, incluindo os de manilha (Tabela 7-8).

(11) Cabo de aço — Outros cabos de aço, diferentes dos fornecidos pela equipagem (3/4" e 5/8") são úteis em diversas oportunidades das montagens das pontes e portadas. Cabos de pequeno diâmetro, por exemplo, podem servir para o estaiamento de torres de ancoragem, construção de pontos de ancoragem, etc. No Capítulo 7 existem diversas tabelas de cabos de aço, que podem ser escolhidos para diversas aplicações (Tabela 7-9 à 7-20).

(12) Adaptador de prolonga — É uma peça de 6,795 kg (15 lbs) fabricada em aço, utilizada para unir a prolonga à secção central da travessa de sela, (já que o engate macho da primeira não se adapta ao engate fêmea da segunda), quando da construção de pontes com meios flutuadores (Figura 6-8).

(13) Bloco trapezoidal — É uma peça feita em madeira e aço, visando garantir uma melhor fixação (ou aderência) entre os painéis de sela e a superfície superior horizontal dos meios flutuadores. Ela se faz necessária quando os flutuadores são montados à retaguarda e transportados ao local de travessia em viatura ou reboque (Figura 6-9).

(14) Garras — Semelhantes às garras duplas, aos grampos de rodapé ou braçadeiras de rodapé da equipagem B4A1, podem ser empregadas para fixar vigas normais transversalmente sobre as mesas superiores de travessas de sela (secção de extremidade) de dois flutuadores colaterais. Isto possibilita a conexão de unidades propulsoras, tais como botes auxiliares ou embarcações de manobra para a navegação de portadas ou mesmo partes de pontes (Figura 1-38).

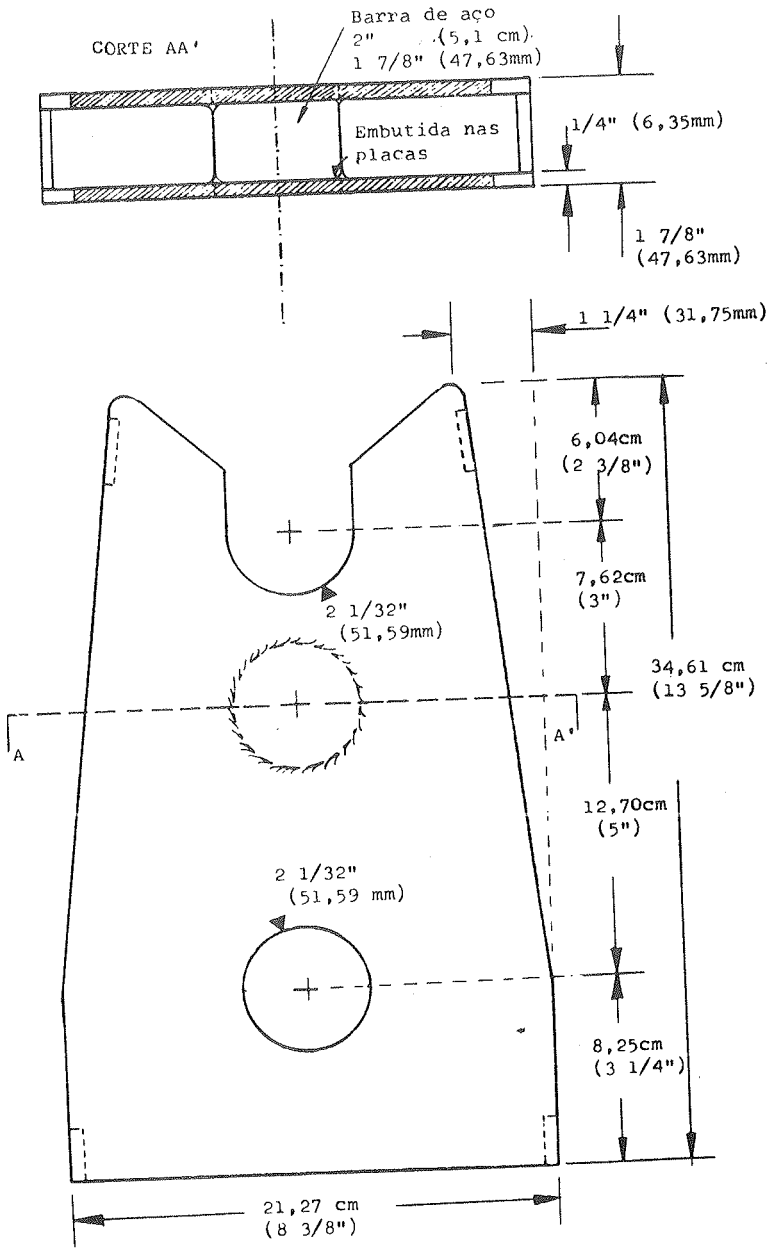


Figura 6-8. Adaptador de Prolongs

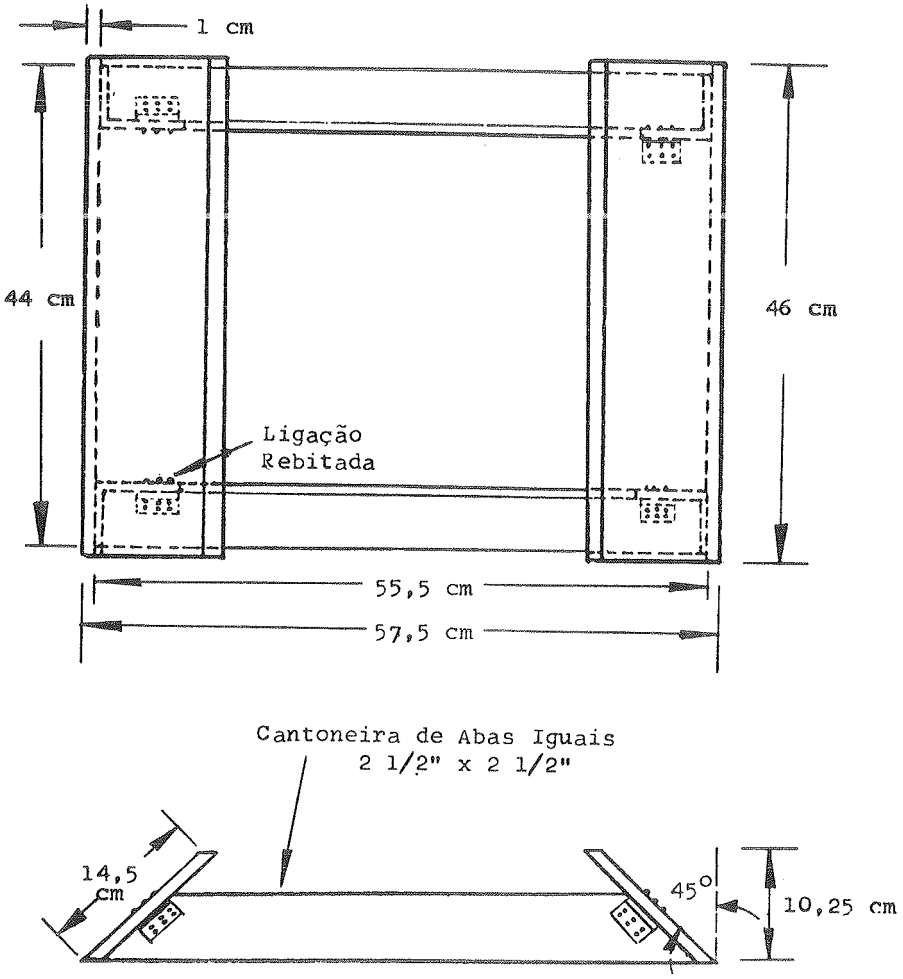


Figura 6-9. — Bloco Trapezoidal

(15) Plaqueta de conexão — É uma peça empregada na conexão das vigas que, unidas, são utilizadas como auxiliares no lançamento de pontes fixas (Figura 1-105).

(16) Barra fixadora — As barras fixadoras são utilizadas no reforço e na manutenção do espaçamento entre as secções centrais da travessa de sela, quando estão instaladas em sela parcialmente montadas para o transporte desde a retaguarda. No Capítulo 7 foi inclusa uma tabela de barras chatas, que poderá ser utilizada como auxílio na escolha da bitola adequada (Figura 7-3).

(17) Corrente de aço — As correntes de aço são utilizadas para efetuar a ligação entre a parte de margem e a lâmina do trator, por ocasião do assentamento do dormente, no fechamento da ponte. Podem, entretanto, ser necessárias em quaisquer outras operações. No Capítulo 7, foi incluída uma tabela de correntes de aço para proporcionar uma maior variedade de escolha (Tabela 7-25).

(18) Rede de aço — Redes ou telas de aço podem ser utilizadas como peças de distribuição de cargas verticais sobre solos de pouca resistência. Portanto, podem ser utilizadas, quando necessário, sob as sapatas dos cavaletes, sob as bases das torres de ancoragem, sob as soleiras dos encontros das pontes e até mesmo nas vias de acesso próximas aos locais de travessia.

(19) Caixa para sacos de juta — É utilizada para agrupar os sacos de juta, cheios de terra ou areia, que apoiam a sapata do cavalete em locais sujeitos à erosão (Figura 1-80).

(20) Material de construção diverso — Areia, cascalho, enrocamento e outros materiais podem ser úteis na manutenção dos acessos rodoviários às pontes ou portadas.

b. **Equipamentos e Viaturas** — Este subparágrafo aborda os componentes de origem diversa, classificados como equipamento, e as viaturas que podem ser consideradas auxiliares nas montagens das pontes e portadas com a equipagem M4T6.

(1) Viaturas – São utilizadas para o transporte de materiais e equipamentos para o local de montagem das pontes e portadas. Devem suportar carga mínima de 5 t, em terrenos ruíns (classe 5).

(2) Reboque 7 t – Assim como as viaturas, os reboques são muito úteis, principalmente no transporte de partes pré-montadas de pontes, portadas ou elementos de sistemas de ancoragem. Devem possuir uma capacidade mínima de 7 t (Figura 1-54).

(3) Trator – Este equipamento pode ser muito útil para efetuar a preparação das margens, nos canteiros de trabalho e, principalmente, no assentamento da parte de margem para o fechamento da ponte. Também pode auxiliar na regulagem da flecha vertical inicial do(s) cabo(s)-guia (Figura 6-10).

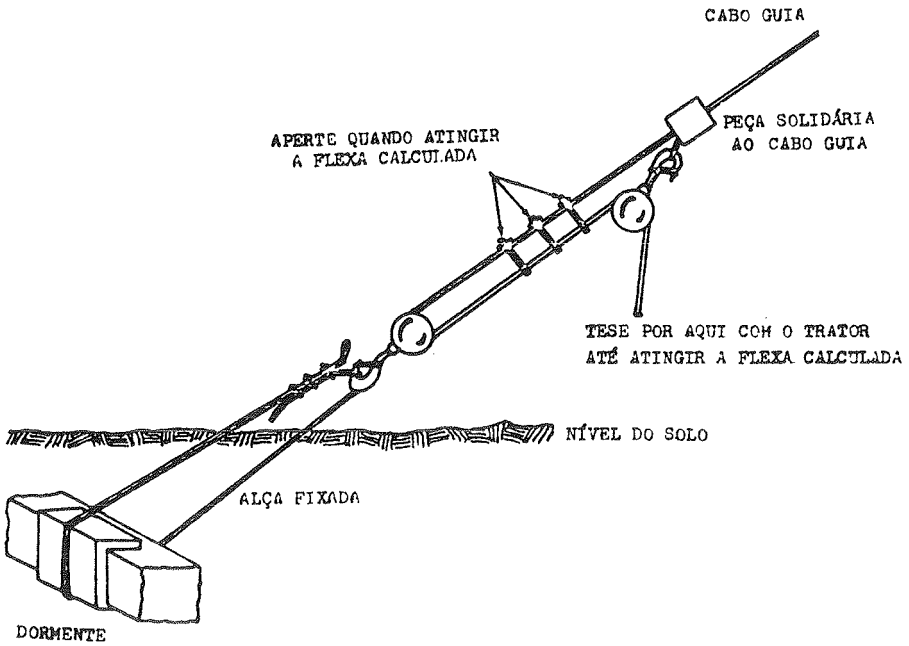


Figura 6-10. Tesamento do cabo guia com auxilio do trator.

(4) Guinchos — Os guinchos ou guindastes são valiosos auxiliares na construção das pontes ou portadas. Quando são utilizados, os efetivos necessários diminuem sensivelmente, assim como o tempo total de montagem. Os guindastes dos quadros de dotação dos batalhões de engenharia são montados sobre viatura e adequados para o lançamento de estruturas esqueleto de pontes fixas ou para o descarregamento de sela pré-montadas, quando a situação o exigir.

(5) Equipamentos para içar cargas — Utilizados em trabalhos gerais, podendo, inclusive, substituir os guinchos (Manual T 5-725).

(6) Compressor de ar — Os compressores de ar, de 250 pcm, são mais convenientes que os da equipagem M4T6. Com seu emprego, os tempos de inflação dos flutuadores e roletes de lançamento podem ficar bastante reduzidos.

(7) Bote — Os botes são excelentes auxiliares na montagem de meios de transposição, realizando inúmeras tarefas sobre a água, tais como: instalação de âncoras, de cabos direcionais, de cabo(s)-guia, podendo, inclusive, propelir portadas ou partes de pontes. Os botes M2, além dos pneumáticos M2 e ZM 60, podem ser usados nestas operações (Manual T 5-271).

(8) Embarcação de manobra — A embarcação de manobra de 27' é utilizada, principalmente, na navegação das portadas. São também muito úteis como auxiliares na montagem, tanto das portadas, como das pontes flutuantes.

(9) Motor de popa — Os motores de popa servem para a propulsão dos botes auxiliares ou para propelir portadas e partes de pontes.

10) Transportadores de rolos ou rodas — São equipamentos que substituem, com vantagem, os roletes de lançamento, na montagem em série de um número elevado de suportes flutuantes ou na insuficiência de efetivos (Manual T 5-725).

(11) Teodolito – É um aparelho muito útil para a realização de medições em geral, controle de deformações, etc.

(12) Aparelhos para medição de forças – São convenientes para testar cabos em geral, bem como sistematizar o teste das âncoras. Podem ser utilizados dinamômetros, tensionômetros de linha ou sistemas de pilhas piezo elétricas, etc.

(13) Escalas graduadas – São importantes para as medições de variações do nível da água.

(14) Ferramentas de sapa – São utilizadas para escavações e movimentação de terra em geral.

(15) Carretilhas para cabo – Servem para desenrolar bobinas de cabos, tanto em terra, como sobre a água, quando instaladas sobre botes ou outras embarcações.

(16) Nível de bolha – Pode ser muito útil na determinação da horizontalidade do tabuleiro, das soleiras, do chapéu de cavalete e também das próprias margens.

(17) Lanterna – É indispensável ao pessoal de manutenção da ponte que se reveza continuamente à noite.

(18) Luvas – Constituem proteção das mãos do pessoal que trabalha com cabos de aço.

(19) Fio de prumo – Para verificar a verticalidade das torres de ancoragem e das pernas dos cavaletes.

(20) Linga (simples ou dupla) de aço – Utilizada em manobras de força no canteiro de trabalho (por exemplo: suspensão das barras de transporte para a movimentação de vigas).

(21) Grelha metálica – É uma estrutura treliçada de natureza plana, que pode ser fabricada com barras redondas ou tubos de aço. É utilizada para carregar e descarregar flutuadores inflados das viaturas, quando houver disponibilidade de guinchos ou guindastes. As figuras 4-1 e 4-2 mostram aspectos de seu emprego.

CAPÍTULO 7

TABELAS DE TRANSPORTE E TABELAS GERAIS DE EMPREGO

ARTIGO I

TABELAS SOBRE TRANSPORTE

7-1. PRINCÍPIOS GERAIS DE CARREGAMENTO

a. O transporte de uma equipagem de ponte M4T6 com o respectivo material de lançamento pode ser efetuado com onze viaturas ГЕ Trnp Eq Pnt M4T6, 5 t, 6 x 6 com características de QT limitado e uma viatura TNE 2 1/2 t, para ferramentas e cordame. Sempre que possível, o carregamento deverá obedecer os seguintes princípios:

(1) A sela deve ser parcialmente pré-montada;

(2) As torres devem ser pré-montadas (cúpula e unidade pivotante ligadas às respectivas Secções);

(3) As peças devem ser carregadas segundo a ordem prescrita neste manual e descarregadas na ordem inversa da entrada na viatura.

b. O comboio, conduzindo a equipagem acima descrita, compõe-se dos cinco tipos de carga a seguir:

(1) Carga tipo A — 5 viaturas 5 t — Secções Normais (Tabela 7-1) e figura 7-2;

(2) Carga tipo B — 4 viaturas 5 t — Secções de Fechamento (Tabela 7-2) e figura 7-4;

(3) Carga tipo C — 1 viatura 5 t — Cavalete (Tabela 7-3) e figura 7-5;

(4) Carga tipo D — 1 viatura 5 t — Sistema de ancoragem por cabo guia (Tabela 7-4) e figura 7-6;

(5) Carga tipo E — 1 viatura 2 1/2" t — Conjunto de Montagem (Tabela 7-5).

c. **Tabelas de Transporte** — No presente subparágrafo serão apresentadas as tabelas e as ilustrações pertinentes ao carregamento, relacionando as peças na ordem de embarque.

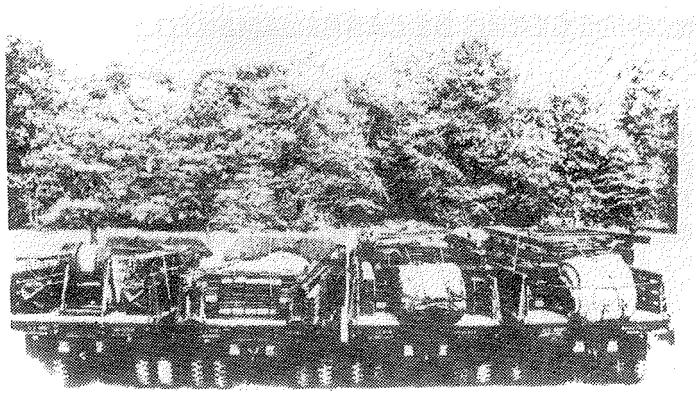


Figura 7-1. Aspecto das viaturas portadoras de cargas Tipo D, C, B, e A, respectivamente. A viatura com carga tipo E não aparece no conjunto.

TABELA 7-1 – CARGA TIPO A – COMPONENTES PARA MONTAGEM DE SECÇÕES NORMAIS, NA ORDEM DE CARREGAMENTO.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	
	P/VEÍCULO	TOTAL
RAMPA PARA PORTADA	4	20
VIGA AFILADA	8	40
VIGA NORMAL	26	130
ÂNCORA	1	5
(COM 60,96 m (200') DE COMPRIMENTO DE CABO DE MANILHA DE 1" (25,4 mm) DE DIÂMETRO)		
BALAÚSTRE	2	10
MEIO FLUTUADOR	2	10
SELA (PRÉ-MONTADA) CONSISTINDO DE:		
PAINEL DE SELA	8	40
PAINEL DA PROLONGA	2	10
SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA	2	10
SECÇÃO DE EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA	4	20
PROLONGA	4	20
ADAPTADOR DE SELA NORMAL	2	10
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO	2	10
ADAPTADOR DO RODAPÉ	4	20
BARRA DE CONEXÃO	4	20
CABO PARA LANÇAMENTO DE UM FLUTUADOR (COM 15,24 m (50') DE COMPRIMENTO, DE MANILHA, COM DIÂMETRO DE 1" (25,4 mm)	1	5
TIRANTE (COM 61 m (200') DE COMPRIMENTO DE MANILHA, COM DIÂMETRO DE 1" (25,4 mm) (*)	1	5
LAÇO	2	10

OBSERVAÇÕES:

(*) ESTE COMPRIMENTO É PARA UMA **DETERMINADA SITUAÇÃO PODENDO MUITAS VEZES SER MENOR OU MAIOR**

TABELA 7-2 – CARGA TIPO B – COMPONENTES PARA MONTAGEM DE SECÇÕES DE FECHAMENTO, NA ORDEM DE CARREGAMENTO.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	
	P/VEÍCULO	TOTAL
VIGA NORMAL	22	88
VIGA CURTA	12	48
ÂNCORA (COM 60,96 m (200') DE COMPRIMENTO DE CABO DE MANILHA DE 1" (25,4 mm) DE DIÂMETRO)	1	4
BALAÚSTRE	4	16
MEIO FLUTUADOR	2	8
SELA (PRÉ-MONTADA) CONSISTINDO DE:	1	4
PAINEL DE SELA	8	32
PAINEL DA PROLONGA	2	8
SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA	2	8
SECÇÃO DE EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA	4	16
PROLONGA	4	16
ADAPTADOR DE SELA DE FECHAMENTO	2	8
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO	3	12
ADAPTADOR DO RODAPÉ	6	24
BARRA DE CONEXÃO	4	16
CABO PARA LANÇAMENTO DE UM FLUTUADOR (DE 15,24 m (50') DE COMPRIMENTO, DE MANILHA, DE 1" (25,4 mm) DE DIÂMETRO)	1	4
TIRANTE (DE 60,96 m (200') DE COMPRIMENTO, DE MANILHA E 1" (25,4 mm) DE DIÂMETRO) (*)	1	4
LAÇO	2	8

OBSERVAÇÕES:

(*) ESTE COMPRIMENTO É PARA UMA DETERMINADA SITUAÇÃO, PODENDO MUITAS VEZES SER MENOR OU MAIOR.

TABELA 7-3 — CARGA TIPO C— COMPONENTES PARA MONTAGEM DE CAVALETES, NA ORDEM DE CARREGAMENTO.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	
	P/VEÍCULO	TOTAL
CAVALETE CONSISTINDO DE:	2	2
SAPATA COM PARAFUSO	4	4
PERNA	4	4
CHAPÉU COM PINOS E CONTRAPINOS	2	2
ESTAL	12	12
PEÇA DE ANCORAGEM COM PINO E CONTRAPINO	8	8
BRAÇADEIRA	20	20
SUPORTE DE TALHA COMPLETO, COM PINO E CONTRAPINO	4	4
PINO DE UNIÃO CHAPÉU-PERNA	4	4
BOLSA PARA FERRAMENTAS	4	4
VIGA NORMAL	2	2
VIGA CURTA	18	18
TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO COM 30 PINOS	2	2
ADAPTADOR DO RODAPÉ	4	4
DORMENTE	12	12
TELHA LONGA	8	8
TELHA CURTA	8	8

TABELA 7-4 — CARGA TIPO D — COMPONENTES PARA SISTEMA DE ANCORAGEM POR CABOS(S)-GUIA, NA ORDEM DE CARREGAMENTO.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	
	P/VEÍCULO	TOTAL
SUPORTE DO MOTOR DE POPA COMPLETO	4	4
PLACA DE MADEIRA	48	48
SACO DE JUTA	500	500
ESTACA METÁLICA	216	216
CORRENTE DE ANCORAGEM	16	16
BOLSA PARA FERRAMENTAS	1	1
TROLE	9	9
BASE	2	2
IMPLEMENTO	2	2
CÚPULA	2	2
FIXADOR	2	2
ARTICULAÇÃO (Unidade pivotante)	2	2
SECÇÃO DE TORRE	4	4
CABO DE AÇO DE 5/8" (15,88mm) DE DIÂM.	365,76 m	365,76 m
CABO DE AÇO DE 3/4" (19,05mm) DE DIÂM.	365,76 m	365,76 m

TABELA 7-5 — CARGA TIPO E — CONJUNTO DE MONTAGEM E OUTROS COMPONENTES DA EQUIPAGEM, NA ORDEM DE CARREGAMENTO.

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	
	P/VEÍCULO	TOTAL
CONJUNTO DE MONTAGEM	1	1
BOLSA PARA FERRAMENTAS	7	7
CAIXA COM DUAS TALHAS DE ALAVANCA	2	2
CLIPS PARA CABOS DE AÇO DE 5/8" (15,88 mm) DE DIÂMETRO	100	100
CLIPS PARA CABOS DE AÇO DE 3/4" (19,05 mm) DE DIÂMETRO	100	100
COMPRESSOR DE AR	2	2
MACACO HIDRÁULICO	1	1
DEPRESSOR	1	1
CALIBRADOR DE AR	2	2
MARTELO DE BOLA	2	2
CROQUE	8	8
SINALIZADOR	100	100
PINO DA TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO E ADAPTADOR DO RODAPÉ (SOBRESSALENTE)	72	72
ESTOJO DE REPAROS		
SAPATILHAS PARA CABOS DE AÇO DE 3/4" (19,05 mm) DE DIÂMETRO	24	24
SAPATILHAS PARA CABOS DE AÇO DE 5/8" (15,88 mm) DE DIÂMETRO	24	24
FITA REFLETORA (ROLO)	2	2

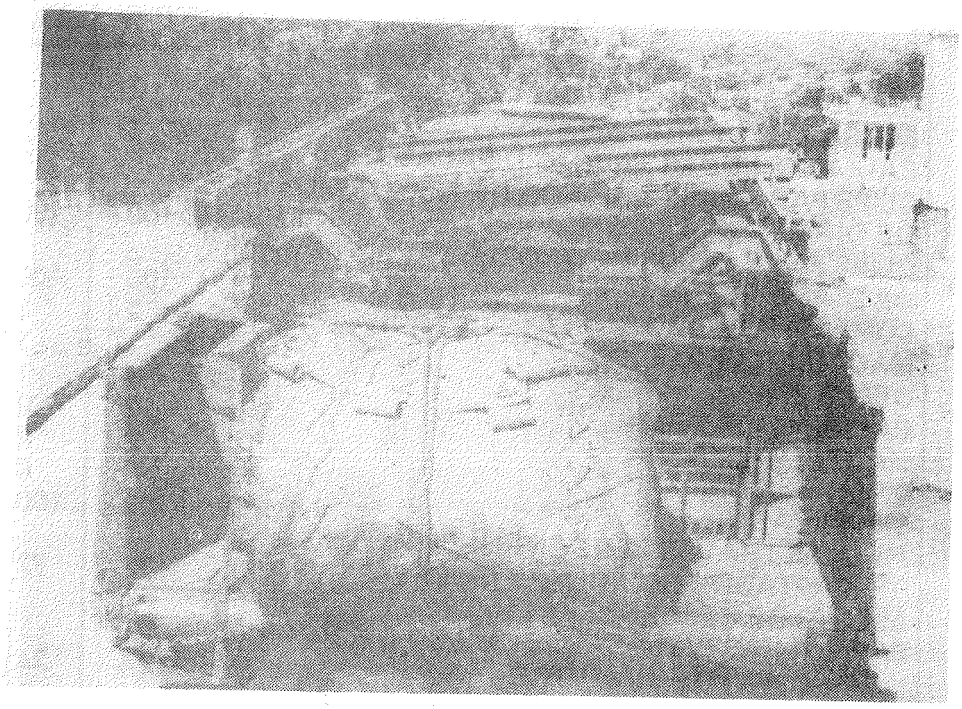


Figura 7-2 Viatura com carga Tipo A: Secção Normal Observe-se a ausência da Barra Fixadora.

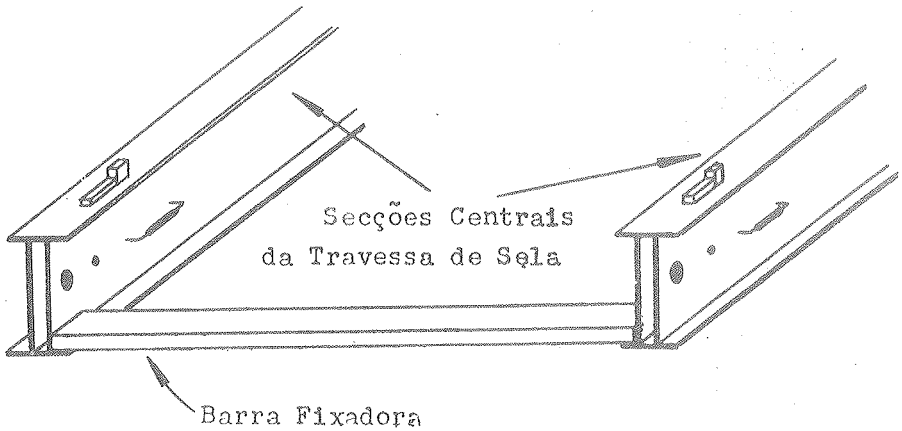


Figura 7-3 Aspecto da posição da Barra Fixadora entre as Secções Centrais das Travessas de Sela.

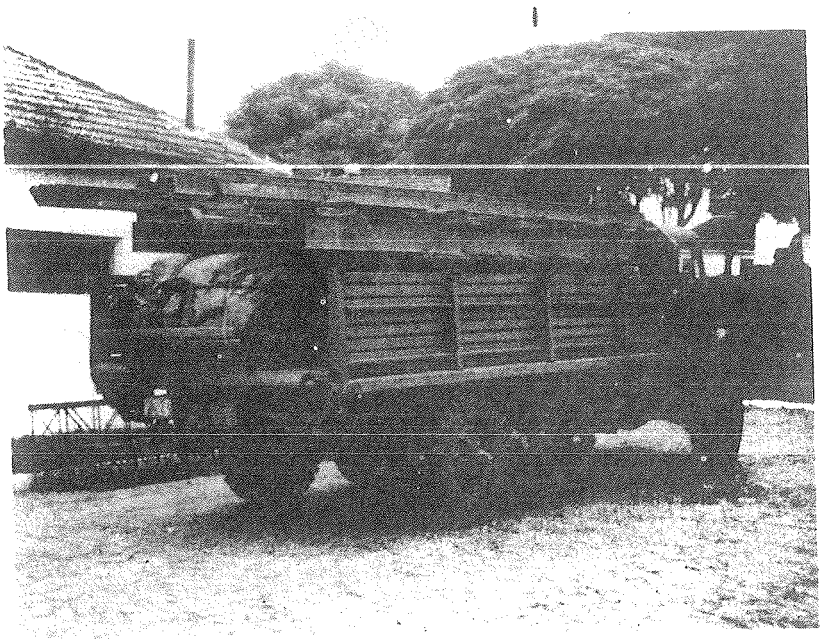
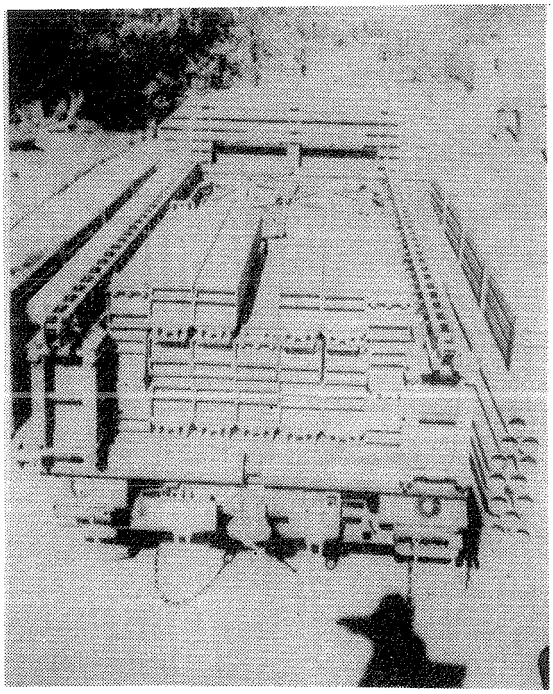


Figura 7-4 Viatura com carga Tipo B: Secção de Fechamento.



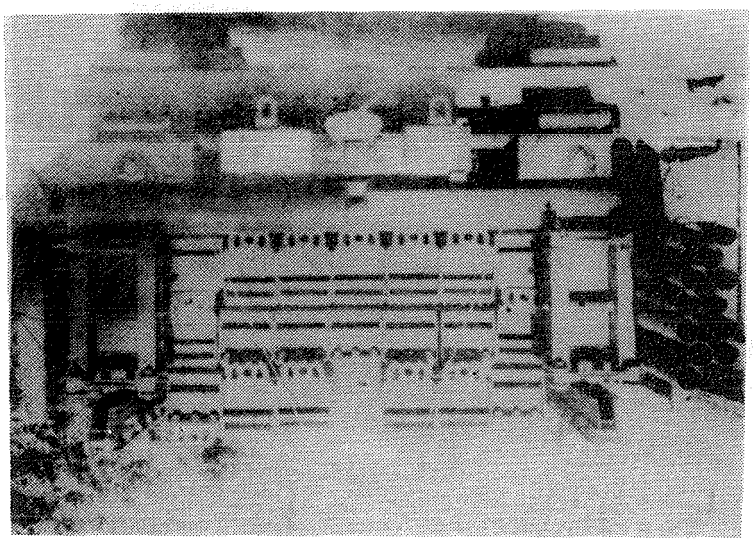


Figura 7-5 Viatura de Transporte com carga Tipo C (Cavalete).

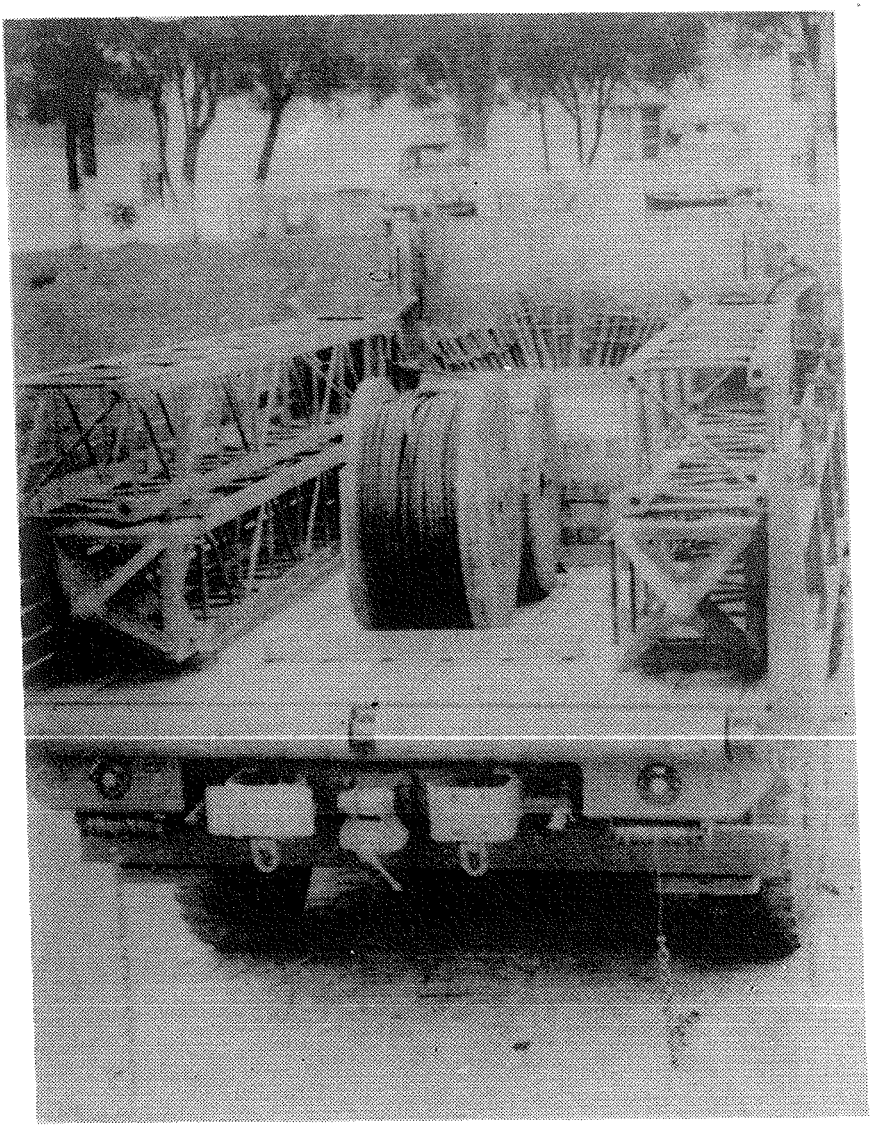


Figura 7-6 **Viatura de Transporte com carga Tipo D; Observe-se que o cabo de manilha de 1" é transportado pelas viaturas com cargas A ou B, junto com o próprio flutuador (Tirante).**

Sequência de carregamento de uma viatura com vistas a utilização imediata por ocasião do descarregamento no canteiro de trabalho (carga tipo A)

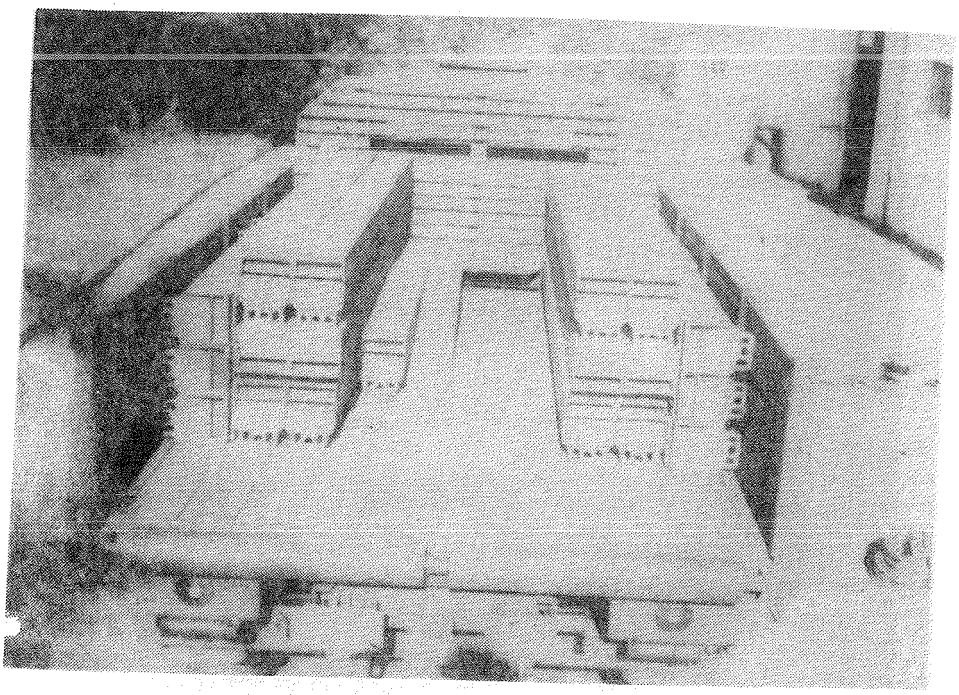


Figura 7-7. - ETAPA 1
Colocação das rampas para portadas, das vigas afiladas e das vigas normais.

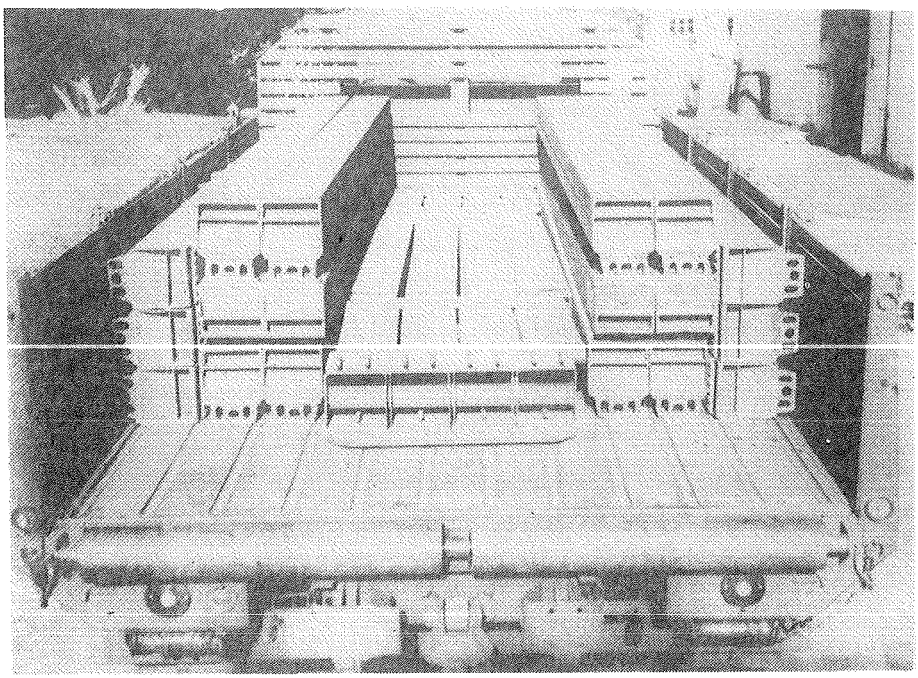


Figura 7-8 - ETAPA 2

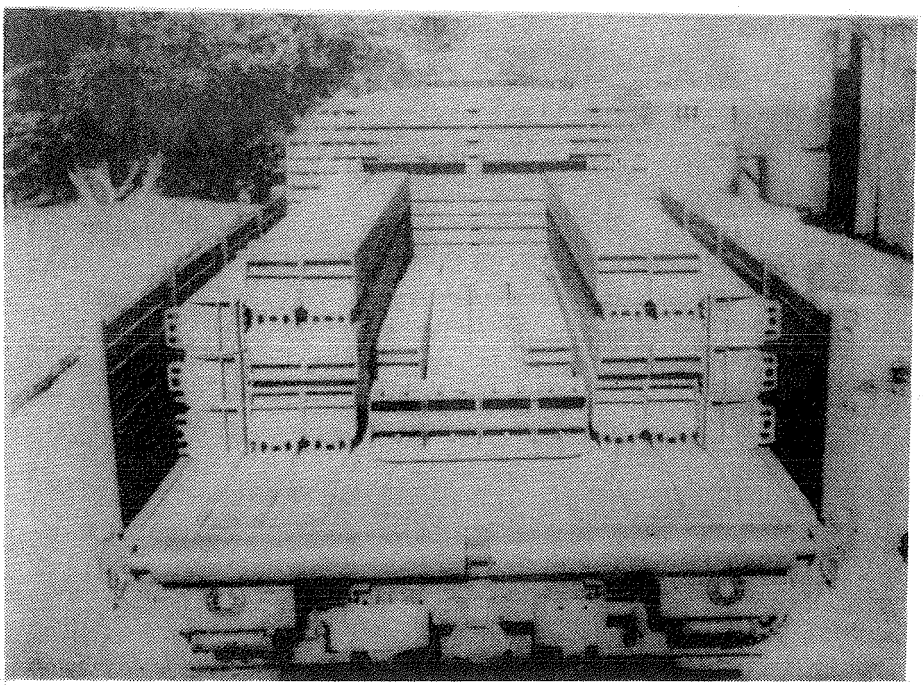


Figura 7-9 - ETAPA 3

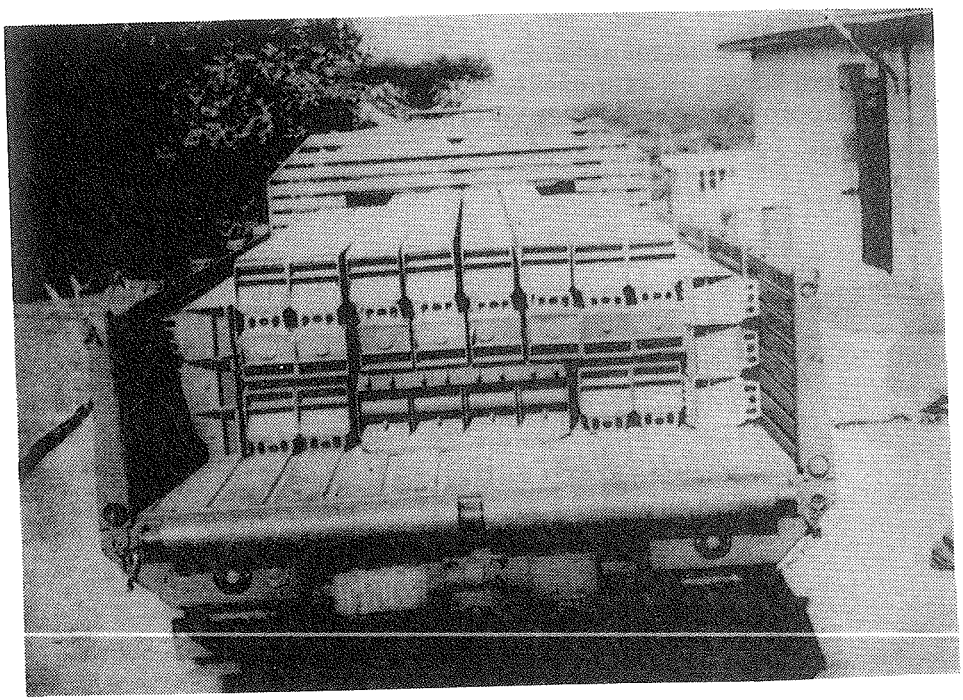


Figura 7-10 — ETAPA 4
Estando a viatura já completamente carregada com os componentes do tabuleiro (vigas, etc.), é então concluído o carregamento com os componentes da Sela (que poderá estar pré-montada) e com os meios flutuadores, além dos componentes acessórios (âncora, cabos de manilha para o lançamento e para o tirante).

ARTIGO II

TABELAS GERAIS DE EMPREGO

7-2. TABELAS GENÉRICAS

a. No presente subparágrafo serão apresentadas diversas tabelas que complementam as informações necessárias ao controle administrativo e ao lançamento da ponte M4T6 (Tabela 7-6 a 7-28).

Tabela 7-6 — Quantidade dos componentes da equipagem

DISCRIMINAÇÃO	F S N	Quantidade p/ equipagem	
Adaptador de sela de fechamento	5420 300 0016	8	
Adaptador de sela normal	5420 300 0015	10	
Adaptador do rodapé (com pinos)	5420 355 6382	48	
Adaptador do suporte do motor de popa (*)	2040 395 2200	8	
Âncora	2040 377 8600	12	
Balaústre	5420 355 6938	26	
Barra de conexão (com contrapinos)	5420 371 9859	36	
Bolsa para ferramentas	5420 267 0058	12	
Cabo de aço (IPS, 6 x 19, AF) de			
5/8" (15,88 mm) de diâmetro	4010 431 7503	366 m	
3/4" (19,05 mm) de diâmetro	4010 431 7504	366 m	
Cabo de manilha de:			
1/2" (12,7 mm) de diâmetro	4020 238 7732	183 m	
1" (25,4 mm) de diâmetro	4020 231 9014	1830 m	
Caixa para colocação de talhas	3950 276 9188	2	
Calibrador de ar	5420 506 4316	2	
Cavalete	5420 814 3799	2	
Sapata	5420 814 3797	2	(**)
Perna	5420 377 0760	2	(**)
Chapéu com pinos	5420 814 3798	1	(**)
Braçadeira	5420 355 6590	10	(**)
Estal	5420 355 7043	6	(**)
Peça de ancoragem	5420 377 0764	4	(**)
Suporte da talha	5420 355 6526	2	(**)
Clips para cabos de aço de:			
3/4" (19,05 mm) de diâmetro	4030 243 4442	100	
5/8" (15,88 mm) de diâmetro	4030 243 4441	100	
Compressor de ar (com duas mangueiras)	4310 542 3329	2	
Contrapinos de:			
0.120" (3 mm) de ϕ — 3 3/4" (95,25 mm) de comprimento	5420 060 7030	26	
0. 120" (3 mm) de ϕ — 4 1/8" (104,78 mm) de comprimento	5420 060 7031	4	
0.177" (4,5 mm) de ϕ — 5 9/16" (141,29 mm) de comprimento	5420 061 2873	14	
Corrente de Ancoragem	5420 371 9890	16	
Croque	2040 268 9250	8	
Depressor	5420 305 0194	1	
Dormente	5420 039 5057	12	
Estacas metálicas	5420 331 9897	216	
Estojo de reparos	2090 724 8569	1	

Tabela 7-6. Continuação

DISCRIMINAÇÃO	FSN	Quant. p/ equipagem
Fita refletora (rolos)	9390 753 3208	2
Laço	5420 098 6375	18
Macaco hidráulico	5120 224 7329	1
Martelo de bola	5120 061 8545	2
Meio flutuador	5420 292 9805	18
Painel de prolonga	5420 319 0125	18
Painel de sela	5420 319 0126	72
Parafuso em "U"		2
Pinos (sobressalentes)		
Da travessa de enrijecimento e adaptadores de rodapé	5420 025 3267	72
Da travessa de sela	5420 319 0127	22
Do chapéu (chapéu/perna)	5420 216 2281	8
Horizontal da rampa	5420 355 6774	4
Vertical da rampa	5420 355 6786	6
Peças de madeira	5510 291 7886	48
Prolonga	5420 319 0122	36
Rampa para portada (com pinos)	5420 355 6948	20
Saco de juta	8105 285 4744	500
Sapatilhas para cabos de aço de		
3/4" (19,05 mm) de diâmetro	4030 270 8708	24
5/8" (15,88 mm) de diâmetro	4030 270 8709	24
Sinalizador	6230 246 0699	100
Suporte do motor de pôpa com dispositivo de armação de proa (*)	5420 395 2200	4
Talha de alavanca	3950 292 9882	4
Telha curta	5420 355 6821	12
Telha longa	5420 355 6820	12
Torre de ancoragem		2
Base	5420 371 9860	1
Articulação (com 4 parafusos cada)	5420 371 9901	1 (**)
Fixador	5420 371 9883	1
Secção de torre (com 4 parafusos cada)	5420 355 7069	2
Cúpula (com 2 parafusos cada)	5420 377 0757	1
Implemento (com 4 parafusos cada)	5420 319 0124	1
Transportador de roldanas	5420 371 9918	2
Travessa de enrijecimento (com pinos)	5420 039 5058	24
Travessa de sela		18
Secção central	5420 319 0120	1 (**)
Secção de extremidade	5420 319 0121	2 (**)

Tabela 7-6. Continuação

DISCRIMINAÇÃO	FSN	Quant. p/ equipagem
Trole	5420 507 6560	10
Viga afilada	5420 355 6456	40
Viga curta	5420 355 6455	66
Viga normal	5420 355 6454	220

Volume total da equipagem	223 m³ (7.870 pés³)
Peso total da equipagem	81.500 kg (179.000 lbs)

Observações:

— As quantidades acima foram extraídas do SC 5420-97-CL-E35.

(*) Não consta da relação de peças do SC 5420-97-CL-E35. Sua quantidade foi revelada pela análise das relações de componentes para transporte, constantes do manual original

(**) Quantidades por cavalete, por torre e por travessa respectivamente.

Tabela 7-7 — Quantidade dos componentes do conjunto de montagem

DISCRIMINAÇÃO	F S N	Quant p/ Conj Mont
Alavanca de cunha	5120 224 1390	2
Alavanca depressora	5420 355 6736	2
Alavanca com unha	5120 224 1384	2
Balisa	6675 514 5575	2
Barbante (rolos)	4020 247 1734	6 x 39 m
Barra de transporte	5420 580 7523	4
Bolsa de ferramentas	5420 267 0058	5
Cabo de manilha de 1/2" (12, 7 mm) de diâmetro	4020 238 7732	366 m
Cadarço	8315 260 0341	658,4 m
Cadernal para cabos de:		
5/8" (15,88 mm) de diâmetro (aço)	3940 141 7196	2
7/8" (22,23 mm) de diâmetro (aço)	3940 141 7197	2
1" (25,4 mm) de diâmetro (fibra)	3940 072 0369	1
1" (25,4 mm) de diâmetro (aço)	3940 141 7195	2
Cortador de cabo de aço	5110 293 1066	2
Croque	2040 268 9250	2
Depressor	5420 305 9194	2
Escavadeira	5120 223 8553	1
Extensões de mangueira para compressor de ar.	4720 202 6948	2
Linga	5420 276 9165	2
Macaco hidráulico	5120 224 7329	2
Marreta	5120 900 6096	4
Martelo de bola	5120 061 8546	12
Mordente para cabos de aço de:		
1/2" (12,7 mm) a 3/4" (19,05 mm) de diâmetro	5120 224 2661	2
1" (25,4 mm) de diâmetro	5120 262 1865	2
Roletes de lançamento	5420 099 9339	8
Salva-vidas	4220 555 9006	32
Trena	5120 221 1884	2
Válvula de inflação — deflação	5420 506 4318	4

Volume total do conjunto de montagem ..... 4,7 m³ (166 pés³)
Peso total do conjunto de montagem ..... 1.454 kg (3.210 lbs)

Observações:
- As quantidades acima foram extraídas do SC 5420-97-CL-E45
- Os outros componentes do conjunto de montagem que não são utilizados com a equipagem M4T6, têm suas quantidades listadas em uma tabela no capítulo de transportes.

Tabela 7-8. Características dos cabos de fibra

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	MANILHA	SISAL
1/4	6,35	0,026	260	200
3/8	9,53	0,051	560	460
1/2	12,70	0,110	1.200	960
5/8	15,88	0,195	2.000	1.600
3/4	19,05	0,244	2.400	1.920
7/8	22,23	0,330	3.400	2.800
1	25,40	0,400	4.000	3.200
1 1/8	28,58	0,520	5.400	4.400
1 1/4	31,75	0,610	6.000	4.800
1 1/2	38,10	0,880	8.400	6.800
1 3/4	44,45	1,300	12.000	9.600
2	50,80	1,560	14.000	11.200
2 1/2	63,50	2,430	21.000	16.800
3	76,20	3,530	29.000	23.200

Observações:
— Valores referentes a cabos novos, usados em condições favoráveis.

Tabela 7-9. Categoria de cabos de aço e suas características

DENOMINAÇÃO	SIGLA	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (kg/m²)
EXTRA IMPROVED PLOW STEEL	EIPS	190 a 230
IMPROVED PLOW STEEL	IPS	180 a 200
PLOW STEEL	PS	160 a 180
MILD PLOW STEEL	MPS	140 a 160
TRACTION STEEL	—	120 a 140
IRON	—	60

Observações:

— Estas denominações e siglas, de origem norte-americana, são as utilizadas no Brasil, motivo pelo qual são aqui apresentadas em inglês.
— Além da resistência à tração, cada categoria é ainda caracterizada por qualidade de elasticidade, resistência à fadiga e à abrasão, cuja importância depende da utilização do cabo.

Tabela 7-10. Características dos cabos de aço: classificação 6 x 19, Alma de Fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)			
(pol)	(mm)	(kg/m)	MPS	PS	IPS	EIPS
1/8	3,17	0,039	470	540	620	660
3/16	4,76	0,088	1.057	1.220	1.400	1.480
1/4	6,35	0,156	1.880	2.170	2.480	2.630
5/16	7,94	0,244	2.920	3.360	3.860	4.090
3/8	9,53	0,351	4.190	4.820	5.530	5.860
7/16	11,11	0,476	5.670	6.520	7.500	7.950
1/2	12,70	0,625	7.370	8.480	9.710	10.290
9/16	14,29	0,788	9.250	10.700	12.200	12.990
5/8	15,88	0,982	11.400	13.100	15.100	16.000
3/4	19,05	1,413	16.300	18.800	21.600	22.900
7/8	22,23	1,919	22.000	25.400	29.200	30.950
1	25,40	2,500	28.700	33.000	37.900	40.170
1 1/8	28,58	3,169	36.100	41.400	47.700	50.600
1 1/4	31,75	3,913	44.300	51.000	58.600	62.110
1 3/8	34,92	4,732	53.300	61.200	70.500	74.900
1 1/2	38,10	5,625	63.100	72.600	83.500	88.500
1 5/8	41,28	6,607	73.700	84.700	97.100	103.000
1 3/4	44,45	7,664	84.900	98.000	112.000	118.800
1 7/8	47,63	8,795	97.100	111.000	128.000	135.600
2	50,80	10,000	110.000	126.000	145.000	153.700
2 1/8	53,98	11,295	124.100	141.000	162.000	171.700
2 1/4	57,15	12,664	139.200	158.000	181.000	191.800

Tabela 7-11. Características dos cabos de aço: classificação 6 x 19, alma de aço de cabo independente.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)		
(pol)	(mm)	(kg/m)	PS	IPS	EIPS
1/8	3,17	0,043	580	660	770
3/16	4,76	0,096	1.310	1.500	1.730
1/4	6,35	0,171	2.330	2.660	3.080
5/16	7,94	0,267	3.610	4.150	8.780
3/8	9,52	0,382	5.180	5.940	6.845
7/16	11,11	0,528	7.010	8.060	9.250
1/2	12,70	0,684	9.110	10.410	12.065
9/16	14,89	0,878	11.500	13.110	15.240
5/8	15,87	1,071	14.080	16.230	18.685
3/4	19,05	1,548	20.210	23.220	26.670
7/8	22,22	2,113	27.300	31.390	36.105
1	25,40	2,753	35.470	40.740	46.900
1 1/8	28,57	3,482	44.500	51.280	58.965
1 1/4	31,75	4,300	54.820	62.990	72.485
1 3/8	34,92	5.208	65.790	75.790	87.090
1 1/2	38,10	6,190	78.040	89.760	103.420
1 5/8	41,87	7,251	91.050	104.400	119.750
1 3/4	44,45	8,428	105.350	120.400	138.800
1 7/8	47,62	9,653	119.320	137.600	157.850
2	50,80	11,005	135.450	155.870	179.625
2 1/8	53,97	12,425	151.570	174.150	200.485
2 1/4	57,15	13,928	169.850	194.570	224.070

Tabela 7-12. Características dos cabos de aço: classificação 6 x 37, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	PS	IPS
3/16	4,76	0,088	1.147	1.320
1/4	6,35	0,156	2.040	2.350
5/16	7,94	0,244	3.170	3.650
3/8	9,53	0,351	4.550	5.230
7/16	11,11	0,476	6.170	7.090
1/2	12,70	0,625	8.030	9.250
9/16	14,29	0,788	10.200	11.700
5/8	15,88	0,982	12.400	14.300
3/4	19,05	1,413	17.800	20.500
7/8	22,22	1,919	24.100	27.700
1	25,40	2,500	31.400	36.100
1 1/8	28,57	3,169	39.500	45.400
1 1/4	31,75	3,913	48.500	55.800
1 3/8	34,92	4,732	58.500	67.200
1 1/2	38,10	5,625	69.300	79.700
1 5/8	41,27	6,607	81.000	93.400
1 3/4	44,45	7,664	93.400	108.000
1 7/8	47,62	8,795	107.000	123.000
2	50,80	10,000	121.000	140.000
2 1/8	53,97	11,295	136.000	157.000
2 1/4	57,15	12,664	152.000	175.000

Tabela 7-13. Características dos cabos de aço: classificação 6 x 37, alma de aço de cabo independente.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	IPS	EIPS
3/16	4,76	0,096	1.420	1.631
1/4	6,35	0,171	3.526	2.900
5/16	7,94	0,267	3.924	4.515
3/8	9,52	0,382	5.622	6.475
7/16	11,11	0,528	7.622	8.770
1/2	12,70	0,684	9.944	11.430
9/16	14,29	0,878	12.577	14.420
5/8	15,27	1,071	15.372	17.780
3/4	19,05	1,548	22.037	25.310
/1/8	22,22	2,113	29.777	34.290
1	25,40	2,753	38.807	44.540
1 1/8	28,57	3,482	48.805	56.155
1 1/4	31,75	4,300	59.985	69.035
1 3/8	34,92	5,208	22.240	83.190
1 1/2	38,10	6,190	85.677	97.975
1 5/8	41,27	7,251	100.405	115.210
1 3/4	44,45	8,428	116.100	132.450
1 7/8	47,62	9,653	132.225	152.405
2	50,80	11,005	150.500	172.365
2 1/8	53,97	12,425	168.775	194.135
2 1/4	57,15	13,928	188.125	216.815

Tabela 7-14. Características dos cabos de aço: classificação 8 x 19, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	PS	IPS
1/4	6,35	0,146	1.850	2.130
5/16	7,94	0,223	2.880	3.310
3/8	9,52	0,327	4.130	4.750
7/16	11,11	0,446	5.600	6.430
1/2	12,70	0,580	7.270	8.370
9/16	14,29	0,744	9.160	10.500
5/8	15,87	0,908	11.200	13.000
3/4	19,05	1,310	16.100	18.600
7/8	22,22	1,785	21.900	25.100
1	25,40	2,340	28.400	32.600
1 1/8	28,57	2,960	35.700	41.100
1 1/4	31,75	3,646	43.900	50.500
1 3/8	34,32	4,420	52.900	60.900

Observações:
— Estes cabos podem ser fornecidos com alma de aço. Neste caso a carga de ruptura aumenta 10% e o seu peso 20%, aproximadamente.

Tabela 7-15. Características dos cabos de aço: classificação 6 x 7, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	PS	IPS
5/64	1,98	0,013	208	236
3/32	2,38	0,019	300	340
1/8	3,17	0,034	520	600
3/16	4,76	0,078	1.180	1.350
1/4	6,35	0,140	2.090	2.390
5/16	7,94	0,220	3.230	3.720
3/8	9,53	0,310	4.630	5.320
7/16	11,11	0,430	6.260	7.190
1/2	12,70	0,560	8.130	9.340
9/16	14,29	0,710	10.200	11.800
5/8	15,88	0,880	12.600	14.400
3/4	19,05	1,250	18.000	20.600
7/8	22,23	1,710	24.200	27.800
1	25,40	2,230	31.300	36.000
1 1/8	28,58	2,830	39.300	45.200
1 1/4	31,75	3,480	48.100	55.300
1 3/8	34,92	4,230	57.700	66.300
1 1/2	38,10	5,030	68.000	78.200

Observações:

— Estes cabos podem ser fornecidos com alma de aço. Neste caso a carga de ruptura aumenta 7,5% e o peso aproximadamente 10%.

Tabela 7-16. Características dos cabos de aço galvanizados (marítimos): classificação 6 x 19, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	MPS	PS
1/8	3,17	0,039	450	565
3/16	4,76	0,088	1.010	1.260
1/4	6,35	0,156	1.795	2.240
5/16	7,94	0,244	2.805	3.480
3/8	9,52	0,351	4.475	4.980
7/16	11,11	0,476	5.950	6.750
1/2	12,70	0,625	7.845	8.740
9/16	14,29	0,788	9.775	11.000
5/8	15,87	0,982	12.070	13.610
11/16	17,46	1,180	14.505	16.400
3/4	19,05	1,453	17.110	19.415
7/8	22,22	1,919	23.085	26.310
1	25,40	2,500	30.950	34.110
1 1/8	28,57	3,169	38.970	42.910
1 1/4	31,75	3,913	47.190	52.710
1 3/8	34,92	4,732	56.710	63.420
1 1/2	38,10	5,625	68.440	75.120
1 5/8	41,27	6,607	81.500	87.360
1 3/4	44,45	7,664	94.520	101.610
1 7/8	47,62	8,795	108.510	115.220
2	50,80	10,000	122.830	130.640
2 1/8	53,97	11,295	137.250	146.060
2 1/4	57,15	12,664	153.620	163.300

Tabela 7-17. Características dos cabos de aço galvanizados (marítimos): classificação 6 x 7, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	kg/m	MPS	PS
5/64	1,98	0,013	208	236
3/32	2,38	0,019	300	340
1/8	3,17	0,034	520	600
3/16	4,76	0,078	1.180	1.350
1/4	6,35	0,140	2.090	2.390
5/16	7,34	0,220	3.230	3.720
3/8	9,52	0,310	4.630	5.320
7/16	11,11	0,430	6.260	7.190
1/2	12,70	0,560	8.130	9.340
9/16	14,29	0,710	10.200	11.800
5/8	15,87	0,880	12.600	14.400
3/4	19,05	1,250	18.000	20.600
7/8	22,22	1,710	24.200	27.800
1	25,40	2,230	31.300	36.000
1 1/8	28,57	2,830	39.300	45.200
1 1/4	31,75	3,480	48.100	55.300
1 3/8	34,92	4,230	57.700	66.300
1 1/2	38,10	5,030	68.000	78.200

Tabela 7-18. Características dos cabos de aço galvanizados (marítimos): classificação 6 x 12 + 7, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	MPS	PS
1/4	6,35	0,096	1.155	1.370
5/16	7,94	0,148	1.825	2.125
3/8	9,52	0,223	2.890	3.050
7/16	11,11	0,297	3.855	4.130
1/2	12,70	0,386	5.080	5.360
9/16	14,29	0,491	6.330	6.760
5/8	15,87	0,610	7.820	8.310
11/16	17,46	0,737	9.410	10.025
3/4	19,05	0,878	11.110	11.900
7/8	22,22	1,190	14.970	16.000
1	25,40	1,562	20.080	20.900
1 1/8	28,57	1,979	24.810	26.300
1 1/4	31,75	2,440	30.630	32.300
1 3/8	34,92	2,961	36.820	38.800
1 1/2	38,10	3,512	44.480	46.000
1 5/8	41,27	4,122	50.035	53.700
1 3/4	44,45	4,791	57.968	62.000
1 7/8	47,62	5,491	66.695	70.700
2	50,80	6,250	75.586	80.000
2 1/16	52,38	6,652	80.586	84.900

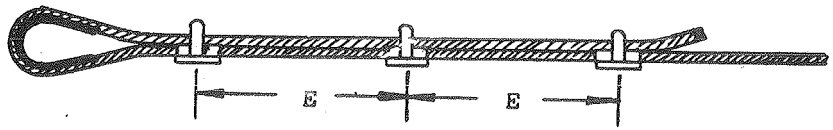
Tabela 7-19. Características dos cabos de aço galvanizados (marítimos): classificação 6 x 37, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)
(pol)	(mm)	(kg/m)	PS
3/16	4,76	0,088	1.223
1/4	6,35	0,156	2.175
5/16	7,94	0,244	3.290
3/8	9,52	0,351	4.715
7/16	11,11	0,476	6.385
1/2	12,70	0,625	8.330
9/16	14,29	0,788	10.550
5/8	15,87	0,982	13.025
11/16	17,46	1,082	16.075
3/4	19,05	1,413	19.365
7/8	22,22	1,919	25.720
1	25,40	2,500	32.600
1 1/8	28,57	3,169	42.270
1 1/4	31,75	3,913	52.180
1 3/8	34,92	4,732	64 240
1 1/2	38,10	5,625	75.460
1 5/8	41,27	6,607	87.380
1 3/4	44,45	7,664	102.840
1 7/8	47,62	8,795	118.050
2	50,80	10,000	133.020
2 1/8	53,97	11,295	148.600
2 1/4	57,15	12,664	167.580

Tabela 7-20. Características dos cabos de aço galvanizados (marítimos): classificação 6 x 24 + 7, alma de fibra.

DIÂMETRO		PESO	CARGAS DE RUPTURA (kgf)	
(pol)	(mm)	(kg/m)	MPS	PS
5/16	7,94	0,201	2.855	3.007
3/8	9,52	0,290	3.940	4.330
7/16	11,11	0,395	5.175	5.865
1/2	12,70	0,520	6.650	7.620
9/16	14,29	0,655	8.750	9.616
5/8	15,88	0,800	10.805	11.800
11/16	17,46	0,968	13.580	14.240
3/4	19,05	1,160	15.860	16.900
7/8	22,22	1,580	20.795	22.900
1.	25,40	2,050	27.810	29.700
1 1/8	28,57	2,600	35.290	37.400
1 1/4	31,75	3,210	43.560	46.000
1 3/8	34,92	3,880	52.850	55.300
1 1/2	38,10	4,630	63.220	65.600
1 5/8	41,27	5,420	72.900	76.600
1 3/4	44,45	6,290	84.910	88.450
1 7/8	47,62	7,220	97.470	100.700
2	50,80	8,210	111.420	114.300
2 1/8	53,97	9,268	124.080	127.350
2 1/4	57,15	10,390	138.200	142.400

Tabela 7-21. Normas para utilização de clips em cabos de aço



DIÂMETRO DO CABO		NÚMERO MÍNIMO DE CLIPS — N —	ESPAÇAMENTO MÍNIMO ENTRE OS CLIPS (mm) — E —
(pol)	(mm)		
3/16	4,76	2	29
1/4	6,35	2	38
5/16	7,93	2	48
3/8	9,52	2	57
7/16	11,11	2	67
1/2	12,70	3	76
5/8	15,88	3	95
3/4	19,05	4	114
7/8	22,22	4	133
1	25,40	4	152
1 1/8	28,57	5	172
1 1/4	31,75	5	191
1 3/8	34,92	6	210
1 1/2	38,10	6	229
1 5/8	41,27	6	248
1 3/4	44,45	7	267
2	50,80	8	305
2 1/4	57,15	8	343

OBSERVAÇÕES:

— OS CABOS ASSINALADOS EM "NEGRITO" SÃO OS ÚNICOS QUE ACOMPANHAM A EQUIPAGEM M4T6.

T5 - 278

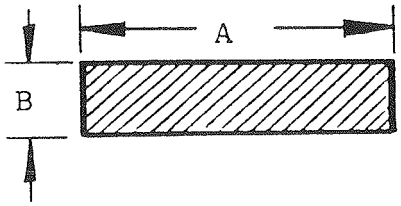
Tabela 7-22. Classificação dimensional das madeiras comerciais brasileiras.

CLASSIFICAÇÃO	DIMENSÕES		
	ALTURA (cm)	ESPESSURA	
		EM cm	EM POLEGADAS
PRANCHÕES	22,0 20,0 23,0	15,0 10,0 7,5	6" 4" 3"
VIGAS	15,0 15,0 11,5 20,0 15,0	15,0 7,5 7,5 5,0 5,0	6" 3" 3" 2" 2"
CAIBROS	7,5 7,0 6,0	7,5 5,0 5,0	3" 2" 2"
SARRAFOS	7,5 7,5	2,8 2,2	1 1/8" 7/8"
TÁBUAS	23,0 15,0 11,5	2,5 2,5 2,5	1" 1" 1"
RIPAS	5,0	1,2	1/2'

OBSERVAÇÕES:

– COMPRIMENTOS DE 5,50 METROS.

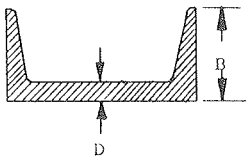
TABELA 7-23. DIMENSÕES DISPONÍVEIS DE BARRAS CHATAS DE AÇO.



TAMANHO (AXB) mm	PESO kg/m	TAMANHO (AXB) mm	PESO kg/m
76,2 X 12,7	7,6	203,2 X 6,4	10,1
76,2 X 15,9	9,5	203,2 X 12,7	20,2
		203,2 X 19,1	30,4
101,6 X 6,4	5,1	203,2 X 25,4	40,5
101,6 X 9,5	7,6		
101,6 X 12,7	10,1	228,6 X 6,4	11,4
101,6 X 15,9	12,7	228,6 X 12,7	22,8
101,6 X 19,1	15,2	228,6 X 19,1	34,2
		228,6 X 25,4	45,5
127,0 X 6,4	6,3	228,6 X 38,1	68,3
127,0 X 9,5	9,5		
127,0 X 12,7	12,7	254,0 X 6,4	12,7
127,0 X 19,1	19,0	254,0 X 12,7	25,3
		254,0 X 19,1	38,0
152,4 X 6,4	7,6	254,0 X 25,4	50,6
152,4 X 9,5	11,4	254,0 X 38,1	75,9
152,4 X 12,7	15,2	254,0 X 44,5	88,6
152,4 X 19,1	22,8		
152,4 X 25,4	30,4	304,8 X 6,4	15,2
		304,8 X 12,7	30,8
177,8 X 6,4	8,9	304,8 X 19,1	45,5
177,8 X 9,5	13,3	304,8 X 25,4	60,7
177,8 X 12,7	17,7	304,8 X 38,1	91,1
177,8 X 19,1	26,6	304,8 X 50,8	121,4
177,8 X 25,4	35,4		

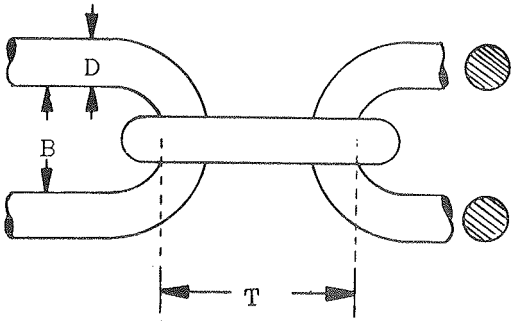
OBSERVAÇÕES
– COMPRIMENTOS DE 9 a 12 METROS

Tabela 7-24. Características de perfís "U" ou "C"



TAMANHO NOMINAL		LARG. DA ABA (B)	ESP. DA ALMA (D)	ÁREA	PESO
pol	mm	mm	mm	cm²	kg/m
		35,8	4,32	7,78	6,11
3 X 1 1/2	76,2 X 38,1	38,0	6,55	9,48	7,44
		40,5	9,04	11,40	8,93
		40,1	4,57	10,1	7,95
4 X 1 5/8	101,6 X 41,3	41,8	6,27	11,9	8,30
		43,7	8,13	13,7	10,80
		48,8	5,08	15,5	12,2
		51,7	7,98	19,9	15,6
6 X 2	152,4 X 50,8	54,8	11,10	24,7	19,4
		57,9	14,20	29,4	23,1
		57,4	5,59	21,8	17,1
		59,5	7,70	26,1	20,5
8 X 2 1/4	203,2 X 57,2	61,8	10,0	30,8	24,2
		64,2	12,4	35,6	27,9
		66,5	14,7	40,3	31,6
		66,0	6,10	29,0	22,7
		69,6	9,63	37,9	29,8
10 X 2 5/8	254,0 X 66,7	73,3	13,40	47,4	37,2
		77,0	17,10	56,9	44,7
		80,8	20,80	66,4	52,1
		74,7	7,11	39,1	30,7
		77,4	9,83	47,4	37,2
12 X 3	304,8 X 76,2	80,5	13,00	56,9	44,7
		83,6	16,10	66,4	52,1
		86,7	19,20	75,9	59,6
		86,4	10,2	64,2	50,4
		86,9	10,7	66,4	52,1
15 X 3 3/8	381,0 X 85,6	89,4	13,2	75,8	59,5
		91,9	15,7	85,3	67,0
		94,4	18,2	94,8	74,4
		96,9	20,7	104,3	81,9

Tabela 7-25. Características de correntes de aço



DIÂMETRO NOMINAL D mm	PASSAGEM T mm	LARGURA INTERIOR B mm	SECÇÃO F cm²	PESO POR METRO G kg	CARGA DE RUPTURA KG (28 kg/mm²)
5	17	7	0,393	0,550	1.100
5,5	18,7	7,5	0,475	0,650	1.330
6	19	8	0,565	0,800	1.570
6,5	20	8,5	0,664	0,950	1.860
7	22	9	0,770	1,10	2.160
7,5	23	9,5	0,884	1,25	2.470
8	25	10	1,01	1,40	2.810
8,5	26	11	1,13	1,55	3.180
9	28	12	1,27	1,70	3.560
10	31	14	1,57	2,20	4.400
11	34	14	1,90	2,50	5.320
12	36	15	2,26	3,00	6.330
13	39	17	2,65	3,60	7.430
14	42	18	3,07	4,30	8.620
15	44	19	3,53	5,00	9.900
16	47	21	4,02	5,80	11.260
18	52	22	5,09	6,80	14.250
20	57	24	6,28	8,00	17.590
22	62	26	7,60	10,3	21.290
24	67	28	9,05	11,7	25.330

Tabela 7-26. Capacidade de retenção dos solos.

DESCRIÇÃO GERAL	CONDIÇÕES EM QUE SE ENCONTRA (M)	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (kg/m²)
SOLOS DE GRANULAÇÃO FINA: ARGILAS, SÍLICO-ARGILAS, AREIAS MUITO FINAS OU MISTURAS DESSES CONTENDO ALGUMAS PARTÍCULAS GRAÚDAS DE AREIA OU CASCALHO. CLASSIFICAÇÃO: MH, CH, OH, ML, CL, OL..	MOLE, NÃO CONSOLIDADO, COM ALTA PORCENTAGEM DE UMIDADE (LAMA)	4.850
	FIRME, CONSOLIDADO PARCIALMENTE COM MÉDIA PORCENTAGEM DE UMIDADE	19.400
	DURO, BEM CONSOLIDADO COM BAIXA PORCENTAGEM DE UMIDADE (DE LIGEIRAMENTE ÚMIDO PARA SECO)	38.800
AREIAS E SOLOS ARENOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUMA SÍLICA ARGILOSA E ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: SW, SC, SP, SF.	FROUXO, SOLTO	14.550
	FROUXO, CONFINADO	24.250
	COMPACTO	48.500
CASCALHO E SOLOS CASCALHOSOS BEM GRADADOS, CONTENDO ALGUNS AREIA, SÍLICO-ARGILA ARGILA. CLASSIFICAÇÃO: GW, GC, GP.	FROUXO, SOLTO	19.400
	FROUXO, CONFINADO	29.100
	COMPACTO	58.200
	AREIA E CASCALHO AGLUTINADOS	77.600
ROCHA	ROCHA DE QUALIDADE INFERIOR, BRANDA E PARTIDA	48.500
	ROCHA DE BOA QUALIDADE, DURA E MACIÇA	97.000

TABELA 7-27. SENOS

	0′	10′	20′	30′	40′	50′
0°	.0000	.0029	.0058	.0087	.0116	.0145
1	.0175	.0204	.0233	.0262	.0291	.0320
2	.0349	.0378	.0407	.0436	.0465	.0494
3	.0523	.0552	.0581	.0610	.0640	.0669
4	.0698	.0727	.0756	.0785	.0814	.0843
5°	.0872	.0901	.0929	.0958	.0987	.1016
6	.1045	.1074	.1103	.1132	.1161	.1190
7	.1219	.1248	.1276	.1305	.1334	.1363
8	.1392	.1421	.1449	.1478	.1507	.1536
9	.1564	.1593	.1622	.1650	.1679	.1708
10°	.1736	.1765	.1794	.1822	.1851	.1880
11	.1908	.1937	.1965	.1994	.2022	.2051
12	.2079	.2108	.2136	.2164	.2193	.2221
13	.2250	.2278	.2306	.2334	.2363	.2391
14	.2419	.2447	.2476	.2504	.2532	.2560
15°	.2588	.2616	.2644	.2672	.2700	.2728
16	.2756	.2784	.2812	.2840	.2868	.2896
17	.2924	.2952	.2979	.3007	.3035	.3062
18	.3090	.3118	.3145	.3173	.3201	.3228
19	.3256	.3283	.3311	.3338	.3365	.3393
20°	.3420	.3448	.3475	.3502	.3529	.3557
21	.3584	.3611	.3638	.3665	.3692	.3719
22	.3746	.3773	.3800	.3827	.3854	.3881
23	.3907	.3934	.3961	.3987	.4014	.4041
24	.4067	.4094	.4120	.4147	.4173	.4200
25°	.4226	.4253	.4279	.4305	.4331	.4358
26	.4384	.4410	.4436	.4462	.4488	.4514
27	.4540	.4566	.4592	.4617	.4643	.4669
28	.4695	.4720	.4746	.4772	.4797	.4823
29	.4848	.4874	.4899	.4924	.4950	.4975
30°	.5000	.5025	.5050	.5075	.5100	.5125
31	.5150	.5175	.5200	.5225	.5250	.5275
32	.5299	.5324	.5348	.5373	.5398	.5422
33	.5446	.5471	.5495	.5519	.5544	.5568
34	.5592	.5616	.5640	.5664	.5688	.5712
35°	.5736	.5760	.5783	.5807	.5831	5854
36	.5878	.5901	.5925	.5948	.5972	.5995
37	.6018	.6041	.6065	.6088	.6111	.6134
38	.6157	.6180	.6202	.6225	.6248	.6271
39	.6293	.6316	.6338	.6361	.6383	.6406
40°	.6428	.6450	.6472	.6494	.6517	.6539
41	.6561	.6583	.6604	.6626	.6648	.6670
42	.6691	.6713	.6734	.6756	.6777	.6799
43	.6820	.6841	.6862	.6884	.6905	.6926
44	.6947	.6967	.6988	.7009	.7030	.7050
45°	.7071	.7092	.7112	.7133	.7153	.7173

	0′	10′	20′	30′	40′	50′
45°	.7071	.7092	.7112	.7133	.7153	.7173
46	.7193	.7214	.7234	.7254	.7274	.7294
47	.7314	.7333	.7353	.7373	.7392	.7412
48	.7431	.7451	.7470	.7490	.7509	.7528
49	.7547	.7566	.7585	.7604	.7623	.7642
50°	.7660	.7679	.7698	.7716	.7735	.7753
51	.7771	.7790	.7808	.7826	.7844	.7862
52	.7880	.7898	.7916	.7934	.7951	.7969
53	.7986	.8004	.8021	.8039	.8056	.8073
54	.8090	.8107	.8124	.8141	.8158	.8175
55°	.8192	.8208	.8225	.8241	.8258	.8274
56	.8290	.8307	.8323	.8339	.8355	.8371
57	.8387	.8403	.8418	.8434	.8450	.8465
58	.8480	.8496	.8511	.8526	.8542	.8557
59	.8572	.8587	.8601	.8616	.8631	.8646
60°	.8660	.8675	.8689	.8704	.8718	.8732
61	.8746	.8760	.8774	.8788	.8802	.8816
62	.8829	.8843	.8857	.8870	.8884	.8897
63	.8910	.8923	.8936	.8949	.8962	.8975
64	.8988	.9001	.9013	.9026	.9038	.9051
65°	.9063	.9075	.9088	.9100	.9112	.9124
66	.9135	.9147	.9159	.9171	.9182	.9194
67	.9205	.9216	.9228	.9239	.9250	.9261
68	.9272	.9283	.9293	.9304	.9315	.9325
69	.9336	.9346	.9356	.9367	.9377	.9387
70°	.9397	.9407	.9417	.9426	.9436	.9446
71	.9455	.9465	.9474	.9483	.9492	.9502
72	.9511	.9520	.9528	.9537	.9546	.9555
73	.9563	.9572	.9580	.9588	.9596	.9605
74	.9613	.9621	.9628	.9636	.9644	.9652
75°	.9659	.9667	.9674	.9681	.9689	.9696
76	.9703	.9710	.9717	.9724	.9730	.9737
77	.9744	.9750	.9757	.9763	.9769	.9775
78	.9781	.9787	.9793	.9799	.9805	.9811
79	.9816	.9822	.9827	.9833	.9838	.9843
80°	.9848	.9853	.9858	.9863	.9868	.9872
81	.9877	.9881	.9886	.9890	.9894	.9899
82	.9903	.9907	.9911	.9914	.9918	.9922
83	.9925	.9929	.9932	.9936	.9939	.9942
84	.9945	.9948	.9951	.9954	.9957	.9959
85°	.9962	.9964	.9967	.9969		.9974
86	.9976	.9978	.9980	.9981	.9983	.9985
87	.9986	.9988	.9989	.9990	.9992	.9993
88	.9994	.9995	.9996	.9997	.9997	.9998
89	.9998	.9999	.9999	1.0000	1.0000	1.0000
90°	1.0000					

TABELA 7-28. CO-SENOS

	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0°	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	.9999	.9999
1	.9998	.9998	.9997	.9997	.9996	.9995
2	.9994	.9993	.9992	.9990	.9989	.9988
3	.9986	.9985	.9983	.9981	.9980	.9978
4	.9976	.9974	.9971	.9969	.9967	.9964
5°	.9962	.9959	.9957	.9954	.9951	.9948
6	.9945	.9942	.9939	.9936	.9932	.9929
7	.9925	.9922	.9918	.9914	.9911	.9907
8	.9903	.9899	.9894	.9890	.9886	.9881
9	.9877	.9872	.9868	.9863	.9858	.9853
10°	.9848	.9843	.9838	.9833	.9827	.9822
11	.9816	.9811	.9805	.9799	.9793	.9787
12	.9781	.9775	.9769	.9763	.9757	.9750
13	.9744	.9737	.9730	.9724	.9717	.9710
14	.9703	.9696	.9689	.9681	.9674	.9667
15°	.9659	.9652	.9644	.9636	.9628	.9621
16	.9613	.9605	.9596	.9588	.9580	.9572
17	.9563	.9555	.9546	.9537	.9528	.9520
18	.9511	.9502	.9492	.9483	.9474	.9465
19	.9455	.9446	.9436	.9426	.9417	.9407
20°	.9397	.9387	.9377	.9367	.9356	.9346
21	.9336	.9325	.9315	.9304	.9293	.9283
22	.9272	.9261	.9250	.9239	.9228	.9216
23	.9205	.9194	.9182	.9171	.9159	.9147
24	.9135	.9124	.9112	.9100	.9088	.9075
25°	.9063	.9051	.9038	.9026	.9013	.9001
26	.8988	.8975	.8962	.8949	.8936	.8923
27	.8910	.8897	.8884	.8870	.8857	.8843
28	.8829	.8816	.8802	.8788	.8774	.8760
29	.8746	.8732	.8718	.8704	.8689	.8675
30°	.8660	.8646	.8631	.8616	.8601	.8587
31	.8572	.8557	.8542	.8526	.8511	.8496
32	.8480	.8465	.8450	.8434	.8418	.8403
33	.8387	.8371	.8355	.8339	.8323	.8307
34	.8290	.8274	.8258	.8241	.8225	.8208
35°	.8192	.8175	.8158	.8141	.8124	.8107
36	.8090	.8073	.8056	.8039	.8021	.8004
37	.7986	.7969	.7951	.7934	.7916	.7898
38	.7880	.7862	.7844	.7826	.7808	.7790
39	.7771	.7753	.7735	.7716	.7698	.7679
40°	.7660	.7642	.7623	.7604	.7585	.7566
41	.7547	.7528	.7509	.7490	.7470	.7451
42	.7431	.7412	.7392	.7373	.7353	.7333
43	.7314	.7294	.7274	.7254	.7234	.7214
44	.7193	.7173	.7153	.7133	.7112	.7092
45°	.7071	.7050	.7030	.7009	.6988	.6967

	0'	10'	20'	30'	40'	50'
45°	.7071	.7050	.7030	.7009	.6988	.6967
46	.6947	.6926	.6905	.6884	.6862	.6841
47	.6820	.6799	.6777	.6756	.6734	.6718
48	.6691	.6670	.6648	.6626	.6604	.6583
49	.6561	.6539	.6517	.6494	.6472	.6450
50°	.6428	.6406	.6383	.6361	.6338	.6316
51	.6293	.6271	.6248	.6225	.6202	.6180
52	.6157	.6134	.6111	.6088	.6065	.6041
53	.6018	.5995	.5972	.5948	.5925	.5901
54	.5878	.5854	.5831	.5807	.5783	.5760
55°	.5736	.5712	.5688	.5664	.5640	.5616
56	.5592	.5568	.5544	.5519	.5495	.5471
57	.5446	.5422	.5398	.5373	.5348	.5324
58	.5299	.5275	.5250	.5225	.5200	.5175
59	.5150	.5125	.5100	.5075	.5050	.5025
60°	.5000	.4975	.4950	.4924	.4899	.4874
61	.4848	.4823	.4797	.4772	.4746	.4720
62	.4695	.4669	.4643	.4617	.4592	.4566
63	.4540	.4514	.4488	.4462	.4436	.4410
64	.4384	.4358	.4331	.4305	.4279	.4253
65°	.4226	.4200	.4173	.4147	.4120	.4094
66	.4067	.4041	.4014	.3987	.3961	.3934
67	.3907	.3881	.3854	.3827	.3800	.3773
68	.3746	.3719	.3692	.3665	.3638	.3611
69	.3584	.3557	.3529	.3502	.3475	.3448
70°	.3420	.3393	.3365	.3338	.3311	.3283
71	.3256	.3228	.3201	.3173	.3145	.3118
72	.3090	.3062	.3035	.3007	.2979	.2952
73	.2924	.2896	.2868	.2840	.2812	.2784
74	.2756	.2728	.2700	2.672	.2644	.2616
75°	.2588	.2560	.2532	.2504	.2476	.2447
76	.2419	.2391	.2363	.2334	.2306	.2278
77	.2250	.2221	.2193	.2164	.2136	.2108
78	.2079	.2051	.2022	.1994	.1965	.1937
79	.1908	.1880	.1851	.1822	.1794	.1765
80°	.1736	.1708	.1679	.1650	.1622	.1593
81	.1564	.1536	.1507	.1478	.1449	.1421
82	.1392	.1363	.1334	.1305	.1276	.1248
83	.1219	.1190	.1161	.1132	.1103	.1074
84	.1045	.1016	.0987	.0958	.0929	.0901
85°	.0872	.0843	.0814	.0785	.0756	.0727
86	.0698	.0669	.0640	.0610	.0581	.0552
87	.0523	.0494	.0465	.0436	.0407	.0378
88	.0349	.0320	.0291	.0262	.0233	.0204
89	.0175	.0145	.0116	.0087	.0058	.0029
90°	.0000					

F. LISTA DE SIGLAS

AA – ÁREA DE ANCORAGEM
AE – ÁREA DE ELEMENTO PROTETOR
AM – ALTURA DE UMA DETERMINADA MARGEM
AM1 – ALTURA DA 1ª. MARGEM
AM2 – ALTURA DA 2ª. MARGEM
AMM – ALTURA MÉDIA DAS MARGENS
AP – ADAPTADOR DE PROLONGA
AR – ADAPTADOR DE RODAPÉ
ASF – ADAPTADOR DE SELA DE FECHAMENTO
ASN – ADAPTADOR DE SELA NORMAL

B – BALAÚSTRE
BC – BARRA DE CONEXÃO
BT – BLOCO TRAPEZOIDAL

C MAX – COMPRIMENTO MÁXIMO DE PORTADA (CORPO + PARTES EM BALANÇO)
C MIN – COMPRIMENTO DO CORPO DA PORTADA
CP MAX – COMPRIMENTO DE PONTE INCLUINDO OS ACESSOS
CP MIN – COMPRIMENTO DE PONTE SEM ACESSOS
CR – CARGA DE RUPTURA
CT – COMPRIMENTO DA TORRE DE ANCORAGEM

DAE – DISTÂNCIA DO PONTO DE ANCORAGEM AO EIXO LONGITUDINAL DA PONTE
DFE – DISTÂNCIA FLUTUADOR ENCONTRO
DIA – DIÂMETRO
DIA EXT – DIÂMETRO EXTERNO

DIA INT – DIÂMETRO INTERNO
DLA – DISTÂNCIA LONGITUDINAL DOS PONTOS DE ANCORAGEM DO(S) CABO(S)-GUIA SOBRE O EIXO DAS TÔRRES DE ANCORAGEM
DT – DIÂMETRO DO TORO
DTA – DISTÂNCIA TRANSVERSAL DOS PONTOS DE ANCORAGEM DO(S) CABO(S)-GUIA, EM RELAÇÃO AO EIXO DAS TORRES DE ANCORAGEM
DTE – DISTÂNCIA DA TORRE DE ANCORAGEM AO EIXO LONGITUDINAL DA PONTE
DTM – DISTÂNCIA DAS TORRES DE ANCORAGEM ÀS MARGENS

EE – ESPESSURA DO ELEMENTO PROTETOR
ELS – EIXO LONGITUDINAL DE SIMETRIA
EP – ESPESSURA DE PRANCHÃO
EP' – ESPESSURA DE PRANCHÃO COMERCIAL
ETS – EIXO TRANSVERSAL DE SIMETRIA

FHF – FLECHA HORIZONTAL FINAL
FVI – FLECHA VERTICAL INICIAL

HE – ALTURA DE ELEMENTO PROTETOR
HP – ALTURA DE PRANCHÃO DISPONÍVEL

IC – INCLINAÇÃO DE CHEGADA DE UM CABO AO SOLO
ICI – IDEM, MAIOR DO QUE IC

K – SOMA DO COMPRIMENTO DA TORRE DE ANCORAGEM COM A PROFUNDIDADE DE ANCORAGEM

KAS – CONSTANTE ALTIMÉTRICA DO SISTEMA DE ANCORAGEM POR CABO(S)-GUIA

LC – COMPRIMENTO DO CABO-GUIA

LCD – COMPRIMENTO DO CABO DIRECIONAL

LE – COMPRIMENTO DO ELEMENTO PROTETOR

LP – COMPRIMENTO MÍNIMO DO PRANCHÃO

LT – COMPRIMENTO DO TORO

LTR – COMPRIMENTO DE TIRANTE

LV – LARGURA DO VÃO

MF – MEIO FLUTUADOR

N – NÚMERO DE FLUTUADORES DA PONTE OU NÚMERO DE ORDEM DO FLUTUADOR

N' – NÚMERO DE EQUIPAGEM

N* – NÚMERO DE GRUPOS DE FLUTUADORSE (PONTES REFORÇADAS)

$\bar{N}$ – NÚMERO DE FLUTUADORES DA PARTE FLUTUANTE DA PONTE

NL – NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO

NP' – NÚMERO DE PRANCHÕES COLATERAIS

P – PROLONGA

PA – PROFUNDIDADE DE ANCORAGEM

PP – PAINEL DE PROLONGA

PPS – PÉS POR SEGUNDOS

PS – PAINEL DE SELA

PSI – POUNDS PER SQUARE INCH (LIBRAS/POLEGADA QUADRADA)

PR – PODER DE RETENÇÃO

SC – SECÇÃO CENTRAL DA TRAVESSA DE SELA
SE – SECÇÃO DA EXTREMIDADE DA TRAVESSA DE SELA

TE – TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO

VA – VIGA AFILADA
VC – VELOCIDADE DE CORRENTE
VC' – VIGA CURTA
VN – VIGA NORMAL

WF – WIDE FLANGE (MESA LARGA)

X – PARÂMETRO DE ESPAÇAMENTO

Y – PARÂMETRO DE ESPAÇAMENTO

Z – DEFLEXÃO LINEAR CONVERTIDA DO PONTO DE ANCORAGEM

φ – DEFLEXÃO ANGULAR DOS PONTOS DE ANCORAGEM
ϕ – DIÂMETROS

ÍNDICE ALFABÉTICO

	Prf	Pág
— A —		
Adaptador de sela normal	1-4, b, (7)	20
Adaptador de sela de fechamento	1-4, b, (8)	24
Adaptador (limitador) de rodapé	1-4, b, (10)	25
Âncora	1-4, b, (28)	39
Adaptador do suporte do motor de popa	1-4, b, (30)	41
— B —		
Balaústre (corrimão)	1-4, b, (32)	43
Barra de ligação	1-4, b, (2)	14
Bolsa para ferramentas	1-4, c, (8)	49
— C —		
Características da Ponte M4T6	1-2	9
Cavalete	1-4, b, (18)	29
Cabo de manilha	1-4, b, (20)	35
Cabos de aço	1-4, b, (21)	36
Clipes	1-4, b, (23)	39
Corrente de ancoragem	1-4, b, (27)	44
Compressor de ar	1-4, c, (1)	49
Croque	1-4, c, (6)	49
Calibrador de ar	1-4, c, (7)	49
Considerações básicas sobre sistema de ancoragem	2-1	167
Características do transporte	4-1	257
Cuidado na manutenção	3-1	247
Conjunto de Montagem:		
Generalidades	6-1	288
Descrição	6-1, b	289

— D —

Distribuição das equipagens	1-3	13
Descrição dos componentes	1-4	13
Dormente	1-4, b, (15)	26
Depressor	1-4, c, (4)	48
Descrição, capacidade e possibilidades das portadas	1-6	50
Dimensionamento do sistema propulsor das portadas	1-7, a	64
Descrição, capacidade e possibilidades das pontes	1-11	101
Descrição dos sistemas de ancoragem	2-2	169
Dimensionamento dos sistemas de ancoragem por cabos direcionais de ancoragem	2-3, a, (1)	194
Dimensionamento dos sistemas de ancoragem por âncoras	2-4, a	211
Dimensionamento dos sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia	2-5, 2	215
Dormente de pranchão de madeira:		
Dimensionamento algébrico	5-1, b, (1), (a)	265
Dimensionamento por gráficos	5-1, b, (1), (c)	272
Dormente de toro de madeira:		
Dimensionamento algébrico	5-1, b, (2), (a)	282
Dimensionamento por gráficos	5-1, b, (2), (c)	286

— E —

Estaca metálica	1-4, b, (26)	36
Estojo de reparos	1-4, c, (5)	49
Elemento protetor dos dormentes:		
Dimensionamento Algébrico	5-1, b, (1), (b)	284
Dimensionamento por gráficos	5-1, b, (1), (d)	287
Com perfis "U"	5-1, b, (1), (e)	277
Com barras curvadas	5-1, b, (2), (b)	284
Com barras curvadas dimensionadas por gráficos	5-1, b, (2), (d)	287

— F —

Finalidade do Manual	1-11	101
Fita refletora	1-4, b, (34)	44

— G —

Generalidades sobre portadas	1-5	49
Generalidades sobre pontes	1-10	99

— I —

Instalação dos cabos de amarração ..... 2-9, a 237
Instalação dos pontos de ancoragem dos cabos de ancoragem direcionais ..... 2-9, b 237
Instalação dos cabos de ancoragem direcionais ..... 2-9, c 238
Instalação das âncoras ..... 2-10, b 239
Instalação das torres de ancoragem ..... 2-11, b 241
Instalação dos pontos de ancoragem do cabo(s)-guia ..... 2-11, c 243
Instalação do cabo(s)-guia ..... 2-11, e 243

— L —

Laço (cabresto de nylon) ..... 1-4, b, (25) 36

— M —

Macaco hidráulico ..... 1-4, c, (3) 48
Martelo de bola ..... 1-4, c, (9) 49
Material das portadas ..... 1-7, b 65
Montagem das portadas 1-8 74
Montagem das pontes 1-13 130
Montagem das pontes flutuantes ..... 1-13, a 130
Montagens das pontes fixas ..... 1-13, b 156
Montagem de pontes sem cavaletes ..... 1-13, c 162
Meio flutuadores ..... 1-4, b, (1) 14
Manutenção:
Planejamento 3-2 248
Material ..... 3-2, a 248
Pessoal ..... 3-2, b 248
Preventiva 3-3 250
Preventiva das portadas ..... 3-3, a 251
Preventiva das Pontes ..... 3-3, b 252
Preventiva dos sistemas de ancoragem ..... 3-3, c 253
Corretiva 3-4 255

— P —

Painel de sela ..... 1-4, b, (3) 14
Painel de prolonga ..... 1-4, b, (4) 16
Prolonga ..... 1-4, b, (6) 20
Placa de madeira ..... 1-4, b, (35) 44

Planejamento das portadas	1-7	64
Pessoal para construção de portadas	1-7, c	65
Portadas normais de 4 suportes flutuantes	1-8, a	74
Portadas normais de 5 suportes flutuantes	1-8, b	87
Portadas reforçadas de 4 suportes flutuantes	1-8, c	87
Portadas reforçadas de 5 suportes flutuantes	1-8, d	89
Portadas reforçadas de 6 suportes flutuantes	1-8, e	99
Pontes flutuantes	1-11, a	101
Pontes fixas	1-11, b	106
Planejamento das pontes	1-12	110
Planejamento de pontes flutuantes	1-12, a	110
Planejamento de pontes fixas	1-12, b	117
Planejamento dos sistemas de ancoragem	2-3	193
Pontos de ancoragem:		
Generalidades	5-1	262
De correntes de ancoragem	5-1, a	263
De poço de ancoragem	5-1, b	264
Princípios gerais de carregamento	7-1	

— R —

Rampa para portada	1-4, b, (14)	26

— S —

Sapatilhas	1-4, b, (22)	36
Suporte do motor de popa	1-4, b, (31)	41
Sinalizador	1-4, b, (33)	44
Saco de juta	1-4, b, (36)	44
Sistema de ancoragem por cabos de ancoragem direcionais	2-2, a (1) 2-9	237
Sistema de ancoragem por âncoras	2-2, a, (2) 2-10	179
Sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia	2-2, a, (3)	193
Sistema de ancoragem expeditos	2-2, a, (4) 2-6, 2-12 2-7; 2-13	
Sistemas de ancoragem combinados	2-11, d	243
Suporte flutuantes do cabo(s)-guia		

— T —

Travessa de sela	1-4, b, (5)	16

Travessa de enrijecimento	1-4, b, (9)	25
Telha (de cobertura) longa	1-4, b, (16)	26
Telha (de cobertura) curta	1-4, b, (17)	29
Torre de ancoragem	1-4, b, (19)	30
Trole (roldana dupla)	1-4, b, (24)	36
Transportador de roldanas	1-4, b, (29)	39
Talha de alavanca	1-4, c, (2)	47
Tirantes	2-11, f	
Transporte:		
Dos flutuadores	4-1, c	258
Por via aérea	4-1, b	258
Da sela pré-montada	4-1, d	258
Da torre pré-montada	4-1, e	259
Tabelas de transporte	7-1, a (c)	308
Tabelas gerais de emprego	7-2	322

— U —

Utilização das pontes	1-14	166

— V —

Viga (de tabuleiro) normal	1-4, b, (11)	25
Viga (de tabuleiro) curta	1-4, b, (12)	26
Viga afilada (chanfrada)	1-4, b, (13)	26

DISTRIBUIÇÃO

1. ÓRGÃOS

Gabinete do Ministro do Exército	01
Estado-Maior do Exército	18
Departamentos (exceto DEC)	02
DEC	03
Diretorias (DEPA-DEE-DFR-DFA-DMM-DPET-DSG-DTrnp)	02
D M E	06
Arquivo do Exército	02
Biblioteca do Exército	02
Centro de Documentação do Exército	01
E G G C F	02

2. GRANDES COMANDOS E GRANDES UNIDADES

Exércitos	02
Comandos Militares de Área	02
Regiões Militares	02
Divisões, Brigadas e Grupamentos (exceto Eng)	02
Grupamentos de Engenharia	03

3. UNIDADES

de Engenharia de Combate	10
de Engenharia de Construção – Cia E Pqdt	02
de Depósito e de Manutenção de Material de Engenharia	04

4. ESTABELECIMENTO DE ENSINO

ECEME, EsAO	04
A M A N	60
EsSA e CPOR	10
EsMB, IME, COSAC, EsIE e CM	02

5. OUTRAS ORGANIZAÇÕES

EMFA, EMA e EMAer	01
MMBIP	02

1ª Edição
Tiragem: 400 exemplares
Janeiro de 1990